BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE DE GÉOGRAPHIE D'ÉGYPTE

Tome XXV



MARS 1953

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE DE GÉOGRAPHIE

D'ÉGYPTE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE DE GÉOGRAPHIE D'ÉGYPTE

Tome XXV

SOMMAIRE

MARS 1953

Communications scientifiques présentées au cours des deux séances du 29 décembre 1950 et du 2 janvier 1951 à l'occasion de la célébration du 75e anniversaire de la Société Royale de Géographie d'Égypte.

PALÉOGÉOGRAPHIE DE L'ÉGYPTE AU DÉBUT DES TEMPS TERTIAIRES

PAR

J. CUVILLIER

J'avais, en 1930 [1], pris position, pour une lacune à peu près générale de la sédimentation entre les termes les plus récents du Crétacé et les dépôts éocènes les plus anciens qui les surmontent, en Haute-Égypte ; en cela, je me séparais de Zittel [2] et de ceux qui avaient, après lui, admis une succession lithologique ininterrompue entre terrains secondaires et tertiaires, sans toutefois adopter le point de vue de Boussac [3] pour qui faisait défaut, en Égypte, tout l'Éocène inférieur.

Je proposais, en effet, de ne retenir cette sédimentation continue que pour certaines régions méridionales du désert libyque, dans l'oasis de Farafra, en particulier, où la faune des petites Nummulites rencontrées dès la base de l'Éocène, lui conférait un caractère assez primitif, justifiant son attribution au Paléocène le plus ancien. Pour les autres aspects du contact Crétacé-Éocène, je m'étais arrêté à l'hypothèse d'une exondation commençant aussitôt après le Danien, parfois avant, pour ne se terminer qu'avec une transgression yprésienne, entraînant, en Haute-Égypte, l'absence d'une fraction importante de sédiments de la base de l'Éocène.

Des travaux assez récents, où j'ai plaisir à reconnaître la perspicacité de jeunes géologues égyptiens, qui furent mes élèves à l'Université

(1) J. Cuvillier, *Révision du Nummulitique égyptien,* Mém. Inst. d'Egypte, t. XVI, 1930.

(2) K. Zittel, *Beiträge zur geologie und Palæontologie der libyschen Wüste, Palæontographica,* Stuttgart, Bd. XXX, 1883.

(3) J. Boussac, *Observations nouvelles sur le Nummulitique de Haute-Égypte.,* C. R. s. Soc. Géol. Fr., avril 1913, p. 62-65 et juin, p. 109-110.

Fouad Ier, ont repris cette question des relations entre terrains secondaires et tertiaires en Haute-Égypte ; parmi ceux-ci, j'ai déjà eu l'occasion [1] de souligner les conclusions de M. I. Faris [2] qui nous ramènent à l'hypothèse de Zittel ; il n'y aurait, à la limite du Crétacé et de l'Éocène, aucune lacune de sédimentation ; à l'appui de cette affirmation, M. I. Faris, qui a étudié attentivement les microfaunes des dépôts les plus anciens venant en succession directe au-dessus du Danien, signale la présence de quelques Foraminifères avec *Globorotalia,* cf. *velascœnsis,* dont l'âge paléocène ne paraît pas faire de doute. La présence du Paléocène est d'autant moins discutable que j'ai, à mon tour, avec des matériaux ramenés en 1938, et dont l'étude se poursuit encore, reconnu, dans trois localités (oasis de Kourkour, Gebel Gournah en face de Louxor et au km. 40 à l'ouest de la Vallée du Nil, vers Kharga) l'existence des mêmes formes, ou d'associations voisines.

Il est exact qu'entre Crétacé et Éocène il n'y a généralement pas, dans le sud de l'Égypte, apparence de discontinuité stratigraphique ; mais on sait que cet argument n'a parfois qu'une valeur relative, et si l'on scrute minutieusement, par exemple, les microfaciès de l'oolithe du Danien terminal de Kourkour et du calcaire « en briquettes » qui la surmonte, on est bien obligé de constater qu'ils sont sans parenté.

De même, entre les marnes grises feuilletées de la base du Gebel Gournah et le calcaire marneux blanc qui le recouvre, les affinités lithologiques ne sont guère évidentes et pas tellement en faveur d'une évolution de faciès. La question n'est donc pas encore résolue de façon satisfaisante et ces remarques n'ont d'autre but que de poser de nouveau le problème du contact Crétacé-Éocène afin qu'il soit étudié, dans l'avenir, sous ses aspects les plus divers ; outre que l'épaisseur des sédiments du Paléocène, une centaine de mètres au plus, semble très faible, on peut encore se demander si, partout, en Haute-Égypte, le

[1] J. Cuvillier, *Présence du Paléocène en Haute-Égypte,* C. R. s., Soc. Géol. Fr., n° 12, p. 269, 27 juin 1949.

[2] M. I. Faris, *The contact of the Cretaceous and Eocene rocks in the Taramsa-Tukh area* (Quena, Upper Egypt). Bull. Inst. Égypte, t. XXVIII, 1945-1946, p. 73-85, Le Caire.

Paléocène est intégralement représenté ou si une lacune de sédimentation moins importante que celle que j'avais proposée, n'est pas, ça et là, identifiable.

De toute façon, on doit se féliciter que les récentes contributions à l'étude de cette question aient déjà apporté quelques éléments nouveaux très appréciables ; des examens complémentaires de microfaunes ou de microfaciès (plaques minces), peut-être de minéraux lourds, conduiront certainement à une connaissance plus précise du problème ; à l'époque où nos conclusions avaient été proposées, seules les faunes de grands Foraminifères avaient été prises en considération. On peut aujourd'hui, grâce à des moyens d'investigation toujours améliorés et plus variés, parvenir à des résultats plus rigoureux.

Retenons donc, en conclusion, que, très probablement, à la fin du Secondaire, des exondations ont pu se produire localement en Haute-Égypte, correspondant à des retraits sans grande ampleur, précédant des transgressions, elles-mêmes de caractère réduit, de la mer qui occupait, depuis longtemps, tout ce grand golfe développé jusqu'à la latitude d'Assouan ; mais que, dans l'ensemble, la sédimentation marine a dû souvent se poursuivre sans interruption du Crétacé à l'Éocène, la grande régression définitive vers le Nord ne devant s'affirmer qu'ultérieurement.

BRÈVE SYNTHÈSE
DE L'ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE
DU TERRITOIRE DE LA LIBYE

PAR

ARDITO DESIO

Il est de convention que l'histoire morphologique d'un pays commence avec son émersion des ondes de la mer et se termine par la destruction jusqu'au niveau marin. Pour un territoire très vaste et par conséquent sujet à différents événements géologiques dans ses diverses parties, l'histoire morphologique n'a pas commencé en même temps sur toute sa surface. C'est le cas de la Libye qui, du point de vue de l'évolution morphologique, doit être divisée en quatre parties soit : 1° la Cyrénaïque ; 2° la Syrtique et son hinterland ; 3° la Tripolitaine ; 4° le Sahara libyque.

L'ordre dans lequel sont énumérées les quatre portions du territoire de la Libye correspond à peu près à l'ordre inverse de leur émersion de la mer.

Le premier qui a émergé, c'est en effet le Sahara libyque qui, en très grande partie, avait déjà émergé au commencement du Mésozoïque, à l'exception de la zone correspondant à l'arrière-terre syrtique (golfe Paléosyrtique). Puis vint la Tripolitaine, émergée à la fin du Crétacé ; font suite la Cyrénaïque et la Syrtique qui ont émergé à la fin du Miocène.

De petites zones côtières de la Tripolitaine, comme la Djefara de Tripoli, sont toutefois restées en régime sous-marin, après le Crétacé, pendant une grande partie du Miocène et d'autres petites bandes de la région côtière libyque n'ont émergé définitivement que pendant le Quaternaire.

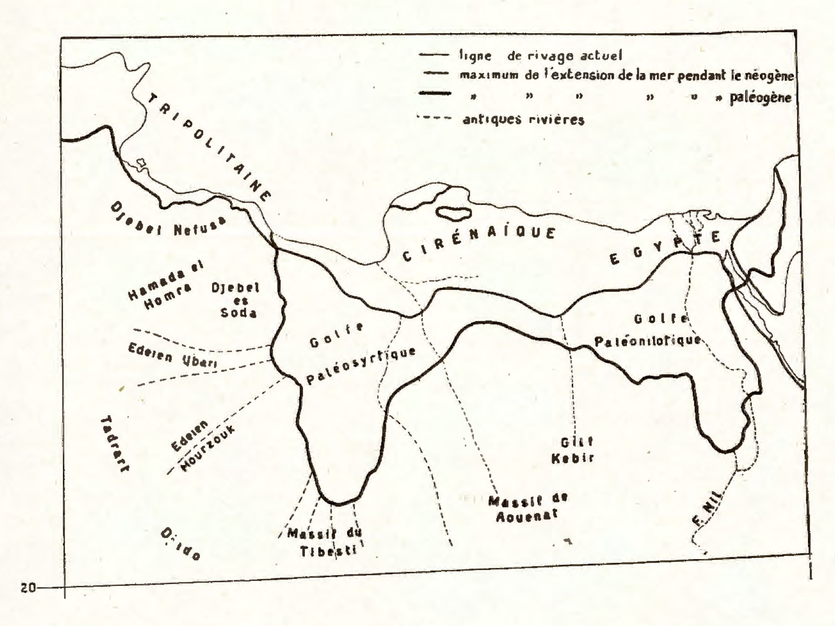
Il est clair que plus remonte loin dans le temps le commencement de l'histoire morphologique du territoire considéré, plus sont obscurs les documents morphologiques qui nous restent de son histoire, étant donné que sur le même territoire pendant une période de temps très longue se sont superposés tant et tant de cycles d'érosion, chacun desquels a opéré des modifications à la morphologie précédente. Aussi la morphologie actuelle des quatre principales parties de la Libye peut-elle être comparée à des pages de palimpseste sur lesquelles ont été superposées, à diverses époques, des écritures différentes en nombre plus ou moins grand; or il s'agit maintenant de déchiffrer même ce qui a été en partie effacé.

Ici je dois nécessairement me limiter à ne reconstituer que les lignes générales de l'évolution morphologique de notre territoire, soit parce qu'un examen complet du problème comporterait un développement qui excéderait des limites consenties, soit parce qu'en réalité, les études exécutées par moi ne sont pas suffisamment amples pour me permettre une reconstruction détaillée et documentée de tous les événements morphologiques auxquels a été sujet le territoire de la Libye.

Dans notre rapide aperçu sur ces événements, il convient que nous partions de la portion saharienne de la Libye qui est émergée la première. Il est bien difficile de dire quand s'est produite l'émersion de la mer du Sahara libyque. Même le Paléozoïque présente des terrains continentaux dans la zone Est de ce territoire. Il semble certain que manquent les dépôts marins au moins de deux dernières périodes du Paléozoïque et des deux premières périodes du Mésozoïque, le Triassique et le Jurassique, et nous n'avons de preuves certaines de la présence de la mer crétacée qu'en marge du territoire nord-oriental, dans le Sahara égyptien et des preuves un peu moins sûres à la limite sud-occidentale, dans le territoire à l'Ouest du Tibesti.

Un autre document des conditions paléogéographiques de notre territoire dans le Mésozoïque, nous l'avons dans les faciès côtiers des dépôts crétacés existant à la corniche du Sahara libyque. Au déclin de cette ère, le territoire était donc déjà en bonne partie émergé. Au Nord, la mer crétacée s'étendait jusque vers le 27e parallèle et, au Sud, elle n'arrivait pas au Tropique du Cancer et peut-être à la fin de cette période

demeurait-elle beaucoup plus loin si l'on tient compte que les dépôts crétacés de Mangheni et de la zone à l'ouest du Tibesti semblent appartenir au Crétacé moyen; de l'Est — par le Sahara égyptien — la mer crétacée s'insinuait, peut-être sur un certain trajet, outre le 25e méridien de Greenwich. Mais, même des terrains marins des périodes suivantes,



Esquisse des conditions paléo-hydrographiques de la région libyque.

les traces manquent en dehors de la zone moyenne, c'est-à-dire de l'arrière-terre du golfe de la Grande Syrte, le golfe Paléosyrtique, lequel pénétrait, selon toute probabilité, jusqu'aux pentes septentrionales du Tibesti.

Il est impossible de dire quelles traces sont restées dans la morphologie actuelle du Sahara libyque des événements morphologiques du Mésozoïque. Seule une étude minutieuse des surfaces ressuscitées du Djebel es-Soda, de l'Harudj' et du Tibesti septentrional pourrait peut-être apporter quelque lumière à ce propos.

En tout cas, quand même nous nous limiterions à considérer l'évolution morphologique de notre territoire à partir du Cénozoïque, je crois

que ce serait déjà remonter beaucoup, peut-être même trop loin, dans les temps.

Dans l'Éocène, la configuration de notre territoire était donc caractérisée par une profonde baie, le golfe Paléosyrtique qui échancrait la côte méditerranéenne — située à peu près dans la même position qu'aujourd'hui, en correspondance de la Tripolitaine, beaucoup plus reculée en correspondance de la Cyrénaïque (et aussi de la Marmarique égyptienne) — pour plus de 7° de latitude vers le Sud. Ce bras de mer, large de 300 à 400 km., partageait le territoire libyque en deux portions : l'une occidentale, composée du Fezzan et de la Tripolitaine, et l'autre orientale formée par le Désert libyque et par la Cyrénaïque (plus la Marmarique).

La présence de la mer jusqu'au cœur du Sahara libyque devait avoir certainement une influence sur le climat du territoire environnant, d'autant plus qu'en elle se reflétait un des plus importants massifs montagneux du Sahara, celui du Tibesti qui, à cette époque, devait atteindre des hauteurs considérables même s'il n'arrivait pas à la hauteur actuelle de 3.400 m. sur un édifice volcanique d'âge récent.

En outre, il faut ajouter que la continentalité du Sahara dans l'Éocène devait être sensiblement moindre qu'aujourd'hui puisque, non seulement par le Nord la mer pénétrait pour des centaines de kilomètres vers son cœur, mais aussi par le Sud, par le bassin du Niger, où les dépôts éocènes marins pénètrent presque jusqu'au pied des Tassili-Tin-Rerhoh, c'est-à-dire presqu'au 20e parallèle et outre le 5e méridien de Greenwich.

Parmi les conséquences de ce morcellement du bloc continental nord-africain en général et du Sahara libyque en particulier, peuvent être reconnues une moindre continentalité du climat et aussi une moindre aridité. Il est impossible d'évaluer — avec le peu d'éléments que nous possédons — les conditions d'humidité du climat de cette époque-là ; mais nous pouvons bien présumer que les pluies ne furent pas aussi rares qu'elles le sont actuellement et que même l'activité des eaux courantes eut un certain développement. Il est donc probable que les plus anciennes incisions des vallées du Sahara libyque datent de l'Éocène et particulièrement de la seconde moitié de l'Éocène, en harmonie avec

la transgression médioéocène qui a marqué la formation du golfe Paléosyrtique.

L'on pourrait se demander ici s'il est possible de reconstituer les grandes lignes de ce que pouvait être l'hydrographie continentale de l'époque.

Je pense que les cours d'eau, lesquels ne pouvaient que suivre les grandes lignes de drainage du temps, devaient se diriger des reliefs montueux vers la mer; et les plus importants reliefs montueux de cette époque devaient être les mêmes qu'aujourd'hui, c'est-à-dire le Tibesti, les Tassili, le Djebel Ouenat, etc. Dans le Fezzan, il existe deux grands bassins sablonneux : le bassin de l'Edeien Ubari et le bassin de l'Edeien Mourzuk. Le fond du premier n'est pas uni, mais il semble être divisé dans le sens de la longueur, c'est-à-dire en direction Ouest-Est, par un long relief tabulaire d'origine érosive, plus ou moins continu et en partie couvert de sables, de sorte qu'il en résulte deux grands sillons d'érosion parallèles, à la façon de grands oueds envahis par les sables. Le second est beaucoup plus vaste, de forme arrondie, avec de petits contreforts vers le N E et le S O. On ne connaît pas encore la configuration du fond, mais il n'est pas improbable qu'elle présente des irrégularités peut-être traces d'anciens oueds.

Déjà dans le passé j'ai eu occasion de me prononcer sur l'origine des deux grands bassins. Il s'agirait de deux dépressions tectoniques modelées cependant par l'action des eaux courantes : dans le premier cette action apparaîtrait plus évidente que dans le second, tandis que l'influence tectonique serait moins claire; dans le second les conditions sont inverses.

Il est donc vraisemblable que dans l'Éocène existaient plus de deux grandes lignes de drainage qui convoyaient les eaux des monts des Tassili et du Tibesti vers l'Est, le Nord-Est et le Nord, c'est-à-dire vers le golfe Paléosyrtique. Des tronçons de très antiques vallées, suspendues à plusieurs centaines de mètres au-dessus des thalwegs actuels, existent sur le sommet de l'Akakùs entre Serdeles et Gat et pourraient peut-être représenter les restes d'un système de vallées conséquentes, qui descendaient des Tassili vers le golfe Paléosyrtique, système tronqué plus tard par le développement des vallées subséquentes du type de

celles du Tanezruft et de la dépression de Taïta, interposées entre les chaînes des Tassili de l'Akakùs-Tadrart et de l'Amsak-Mellet.

Quelles étaient les conditions morphologiques de la partie orientale du Sahara libyque?

Il convient de rappeler que ce territoire était borné non seulement vers l'occident par un vaste bras de mer, mais aussi vers l'orient où existait également un grand golfe de la mer éocène, golfe que nous pourrons nommer golfe Paléonilotique, étant donné qu'il renferme une partie considérable de l'actuelle vallée du Nil et qui s'étendait vers le Sud jusqu'au Tropique du Cancer.

Dans ce territoire illimité, aujourd'hui presque tabulaire, qui graduellement, mais insensiblement, s'élève vers le Sud, manquent des reliefs montueux éminents, sauf aux angles sud-oriental et sud-occidental, où s'élèvent les massifs de Ouenat (1934 m.) et du Tibesti (3418 m.), massifs qui étaient éloignés cependant de 500 à 600 km. de la côte méditerranéenne de ce temps-là. Mais la zone moyenne de ce territoire en grande partie plate, est constellée de « gare »[1] de djebels et de reliefs tabulaires plus ou moins étendus représentant les restes d'un plateau continu qui, à l'origine, devait occuper toute la partie centrale et méridionale du désert libyque. Le fractionnement actuel de l'antique plateau est si menu qu'on ne réussit à identifier, même du haut d'un avion, aucune ligne directrice. La morphologie de ces restes de l'antique plateau est irrégulière, capricieuse, sans ordre apparent, sans subordination de lignes d'impluvium et de displuvium. Mais, si l'on se déplace vers les Gilf Kebir ou vers les contreforts septentrionaux du Tibesti, on voit aussitôt paraître de grands oueds à systèmes, plus ou moins complexes, d'affluents et de subaffluents. L'apparition de ces vallées coïncide avec le développement plus continu de l'antique plateau qui caractérise l'encadrement du désert libyque central.

Vers le Sud, sur les principaux reliefs montueux du désert libyque, sur le Djebel Archenu, Ouenat, et sur les contreforts nord-orientaux du Tibesti, les oueds sont beaucoup mieux développés et continus.

On peut penser alors que les brefs fragments des oueds que l'on voit

[1] Elles sont des buttes-témoins.

entailler encore les bords les plus étendus de l'ancien plateau de la zone centrale du désert libyque ne sont que des tronçons supérieurs d'affluents et de subaffluents de la principale ou des principales vallées qui avaient leurs origines encore plus au Sud, dans les massifs montueux d'Ouenat et du Tibesti.

Il est bien difficile de dire quelles étaient les directions hydrographiques de cet immense territoire. Si l'on juge d'après les rares données altimétriques dont nous disposons actuellement, on serait porté à imaginer l'existence au moins de deux principaux impluviums, l'un provenant du S.O. du Serir Tibesti, l'autre de la région interposée entre le Tibesti et les montagnes d'Ouenat. Il n'est pas possible d'établir de quelle époque datent ces hypothétiques impluviums; en tout cas, ils ne peuvent être que d'une époque très lointaine. Que des courants d'eau aient traversé, dans le passé, le désert libyque du Sud au Nord, nous en trouvons du reste les preuves dans la composition même des sables de l'Ergh el-Jaghbub et des graviers du Serir Calanscio où existent des éléments minéralogiques et pétrographiques bien précis qui attestent l'origine de ces matériaux des massifs cristallins, granitiques, syénitiques et dioritiques du Sud. Nous ne possédons aucune preuve que ce transport soit advenu à une époque aussi lointaine que l'Éocène, d'autant plus que des cours d'eau se sont développés, comme nous allons le voir, même plus tard, dans le désert libyque; mais il ne semble pas improbable que le transport de galets de grandes dimensions à la distance de centaines de kilomètres ait eu lieu par étapes et pendant de successifs remaniements des alluvions fluviatiles.

Un point de départ de l'histoire morphologique du territoire libyque ainsi établi, nous pouvons procéder plus rapidement à la reconstruction des événements morphologiques successifs.

A la fin de l'Éocène, la mer du golfe Paléosyrtique se retira peu à peu vers le Nord, de sorte que pendant l'Oligocène elle avait presque disparu et à sa place, surgissait un groupe de reliefs qui représentait la première ébauche de la zone montueuse de l'Harudj, sur laquelle devaient se répandre les laves des premières grandes éruptions volcaniques tertiaires tandis que d'autres coulées basaltiques recouvrent plus à l'Ouest le plateau du Djebel es-Soda et d'autres encore plus au Nord.

L'émersion du fond marin du golfe Paléosyrtique doit avoir produit des changements radicaux dans l'hydrographie de tout le Sahara libyque et de profondes modifications même climatiques; d'autant plus qu'avec la disparition du golfe Paléosyrtique coïncide probablement le retrait de la mer du golfe Paléonilotique et du golfe Tertiaire sénégalais. La continentalité augmentée du Sahara dut se répercuter dans le régime pluviométrique avec une sensible réduction du taux annuel des pluies dans les aires de l'intérieur et par conséquent avec un appauvrissement des eaux courantes.

A la suite de la naissance de l'ondulation orographique de l'Harudj, un grand bouleversement dut se vérifier dans l'hydrographie du Fezzan. En effet le débouché dans la mer des cours d'eau provenant des Tassili et du Tibesti se trouvait obstrué et les deux grands bassins des Edeien Ubari et Murzuk, où les eaux de tous les reliefs de la ceinture étaient contraintes de se verser en dispersant sur le fond leurs alluvions, se fermaient définitivement.

Par contre les répercussions sur le système hydrographique de la zone orientale du désert libyque furent rares, car la ligne de rivage n'avait subi qu'un faible avancement vers le Nord et les cours d'eau parcouraient déjà un territoire peu incliné qu'ils recouvraient en grande partie de leurs alluvions.

Le retrait de la mer de notre territoire continua durant tout l'Oligocène et atteignit probablement son apogée au début du Miocène (Aquitanien), où eut lieu une phase de maximum de continentalité accompagnée vraisemblablement d'une sensible augmentation de l'aridité. Durant cette longue période de temps, qui embrasse le Paléogène, le relief continental continua d'être sujet à l'action destructive d'un cycle d'érosion normale qui détermina non seulement une puissante démolition des reliefs montueux, mais encore la formation de couches d'alluvions et d'éluvions très étendues.

Sur les nouveaux territoires émergés, comme sur celui qui, à une époque reculée, était couvert des eaux du golfe Paléosyrtique, se développa un nouveau système hydrographique; celui-ci commença à entamer la surface initiale soulevée en forme de coupole et généra le premier système de vallées conséquentes à structure centrifuge. Le développement de ces vallées se ressentit cependant bientôt des manifestations du volcanisme avec invasions de laves très fluides qui comblèrent les dépressions, se répandant peu à peu sur tout le territoire de l'Harudj.

Plus au Nord, là où sont aujourd'hui la Cyrénaïque, la Syrtique et la Marmarique, le régime maritime demeurait le même à l'exception de quelques îlots émergeant à peine des flots. Ces conditions durèrent jusque vers la moitié du Miocène inférieur. Pendant le Langhien, la mer élargit de nouveau ses confins et tout le bord continental de la Tripolitaine jusqu'au Sinaï, y compris les îlots, disparut encore au sein de la Méditerranée. Sur le territoire continental donnant sur la mer, ce nouveau déplacement de la ligne de rivage eut pour conséquence une sensible variation climatique, avec légère augmentation de l'humidité.

Il paraît que l'on peut attribuer à cette époque-là le rajeunissement de l'hydrographie et le commencement d'un nouveau cycle d'érosion qui a comme surface initiale celle de la pénéplaine du désert libyque et la surface de la première génération de laves de l'Harudj et du Djebel es-Soda. Bien moindre a été l'influence climatique d'un tel déplacement de la ligne de côte dans la partie occidentale du territoire libyque, le Fezzan, le plateau de la Hamada el-Homra et le Djebel Nefusa avec ses contreforts occidentaux, puisque ces régions étaient moins directement intéressées aux oscillations de la ligne de rivage, après l'extinction du golfe Paléosyrtique. Bien que la mer eût augmenté son domaine pendant le Miocène, même dans la Tripolitaine septentrionale, envahissant pour la première fois après le Crétacé, toute la région côtière (actuelle Djefara) jusqu'au pied du Djebel Nefusa, ce phénomène, paraît-il, doit être mis en quelque sorte, en relation avec les mouvements de subsidence de l'étendue méditerranéenne méridionale qui peuvent représenter les contrecoups des puissantes poussées orogéniques qui se développèrent plus au Nord.

Ces conditions de minimum de continentalité de l'époque néogène se sont maintenues durant une bonne partie du Miocène. Il est probable que, pendant cette période se soient développées les principales plaines alluviales comme le Serir de Calanscio et les autres serir plus étendus, ainsi que les grands dépôts de sable qui fournirent au vent les matériaux

pour la construction des grands Erg el-Jaghbùb, Rebiana et des Edeien Murzuk et Ubari, quoique, dans ces derniers, le procédé eût déjà commencé antérieurement, à l'époque de la fermeture définitive des deux bassins.

Vers la fin du Miocène, les mouvements orogéniques alpins se propagèrent à la région méridionale de la Méditerranée : émergèrent des ondes une bonne partie de la Cyrénaïque, de la Marmarique, de la Syrtique et aussi une petite partie de la Tripolitaine; celle-ci s'accrut en marge de sa portion septentrionale, de bandes de terre gagnées vers la mer. Le mouvement d'élévation des plateaux de la Cyrénaïque et de la Marmarique s'accentua le long du littoral de la Méditerranée, où les couches fléchissent en anticlinal. A l'intérieur, se manifeste, par contre, un mouvement d'affaissement — peut-être contemporain du mouvement d'élévation du bord extérieur (mouvement balancé) — qui fait que des bandes de terre plus ou moins étendues de la superficie continentale (Miocène) descendent à des cotes inférieures à celles du niveau de la mer.

Des déformations tectoniques analogues, mais probablement plus faibles, se manifestent aussi sur la Tripolitaine qui cependant est déjà émergée depuis un temps immémorial (Crétacé), restant sujette à l'attaque des ondes sur son front méditerranéen où se développa une plate-forme littorale.

Sur la Cyrénaïque, qui s'étendait en guise de massive péninsule dans la Méditerranée, commençait l'incision des premières vallées conséquentes à régime centrifuge. Un grand collecteur convoie vers le golfe de la Grande Syrte, désormais réduit à une baie un peu plus profonde que l'actuelle, les eaux du versant méridional de l'arrière-terre cyrénaïque.

Sur les régions restantes s'affaiblit l'œuvre d'érosion des cours d'eau soit par l'allongement de leur partie inférieure déterminé par l'émersion de nouvelles terres, soit par l'augmentation de la continentalité et de ses réflexes climatiques.

Pendant le Pliocène, ces conditions ne subirent aucun changement remarquable.

De cette époque date probablement le développement d'une série de failles le long du front méditerranéen de la Péninsule cyrénaïque, de

la Marmarique et aussi du bord extérieur de la Tripolitaine, avec des affaissements en échelons d'une série de blocs dans la Méditerranée et la formation des principaux accidents secondaires de la ligne de rivage.

La configuration originaire à vaste coupole de la Cyrénaïque subit une mutilation de l'arc externe. Les failles amenèrent un certain bouleversement même dans l'hydrographie et la formation d'une série d'échelons le long du front de la Cyrénaïque et de la Marmarique.

En attendant, avec le commencement du Quaternaire, le climat subit de sensibles variations.

Nous entrons dans la période « pluviale». Tandis que sur les Alpes les glaciers avancent en envahissant les vallées principales jusqu'à la plaine, dans la Libye, les cours d'eau reprennent leur énergie et attaquent de nouveau les roches qui les emprisonnent. Mais cependant que dans les régions plus proches de la Méditerranée, l'activité des eaux courantes assume un développement vraiment remarquable, à l'intérieur dans le désert libyque et aussi dans le Fezzan, le changement climatique n'est pas suffisant pour donner vie aux grands cours d'eau d'autrefois.

Sur le Djebel cyrénaïque à côté du réseau des vallées conséquentes commence à se développer le système subséquent et plusieurs thalwegs s'organisent le long des lignes de fracture et de faille, provoquant une série de décapitations des cours d'eau conséquents.

Avec la progression de l'érosion est mise à découvert la charpente calcaire du Djebel dans laquelle les eaux superficielles s'infiltrent favorisées par les fractures diffuses dans la roche. Sur l'Harudj s'intensifie l'activité éruptive qui répand de nouvelles coulées basaltiques sur ce territoire dont la morphologie est déjà si tourmentée.

Tandis que les expansions des glaciers diminuent peu à peu d'intensité jusqu'au retrait définitif, dans notre région commence à se manifester et s'accentue de plus en plus spécialement à l'intérieur, un dessèchement du climat. Les sables de dépôts grandioses, provenant des alluvions sablonneuses répandues en grande quantité sur le Sahara libyque, sont peu à peu remis en circulation par le vent qui s'en sert comme de nouveaux agents de l'érosion. Le cycle aride étend son domaine

incontesté dans la région, faisant sentir son influence jusqu'à quelque distance de la côte méditerranéenne.

Mais le dessèchement n'est pas continu. Des phases à climat aride alternent avec des phases à climat sensiblement plus humide qu'aujourd'hui, pendant lesquelles se régénèrent des courants d'eau et se développent — grâce à une élévation du niveau phréatique — des marécages et des étangs où demeurent hippopotames et crocodiles, tandis que sur leurs bords vivent éléphants, rhinocéros, antilopes, lions et d'autres grands mammifères.

A ces épisodes de renouvellement du paysage saharien est témoin l'homme préhistorique qui nous a laissé des documents très expressifs dans les gravures et dans les peintures rupestres. Mais à la fin, la plus grande partie des eaux superficielles disparaissent, les nappes aquifères du sous-sol restées presque sans alimentation se réduisent, la surface phréatique baisse en s'enfonçant dans le terrain.

Les grands dépôts de sable fluvial et marin, remaniés par le vent se transforment en erg, les immenses étendues de gravier alluvial deviennent les serir.

La vie animale et végétale se retire peu à peu aux bords du Sahara et se concentre dans des coins privilégiés où émerge encore du sol un peu d'eau : c'est ainsi que se forment les oasis.

Nous sommes désormais au commencement de l'époque historique. De faibles mouvements éustatiques ne sauraient modifier sensiblement les résultats morphologiques des cycles qui se sont déroulés antérieurement.

Nous voilà parvenus à l'époque actuelle.

Notes Bibliographiques.

Desio A. *Indici di un antico regime idrografico sui Gebel di Archenu e di Auenat (Deserto Libico)*. C. R. Congrès Intern. de Géographie, vol. II, p. 219-225, Varsovie, 1936.

—— *Il Sahara Italiano*. P. I. *Fezzan e Oasi di Gat : Geologia e Morfologia*. R. Società Geografica Italiana. Roma, 1937.

—— *Le nostre conoscenze geologiche sulla Libia sino al 1938*, Annali Museo Libico Storia Naturale, vol. I, p. 13-54, Tripoli, 1939.

—— *Studi morfologici sulla Libia orientale*. Missione Scientifica della R. Accademia d'Italia a Cufra, 1931, vol. II, Roma, 1939.

—— *Sculture rupestri di nuove località del Tibesti settentrionale e del Deserto Libico*. Annali dell'Africa Italiana anno VI, n° 1, Roma, 1941.

—— *Die italienische Sahara*. «Zeitschrift für Erdkunde», Jahrgang 1941, Heft 9-10, Berlin, dec. 1941.

—— *Appunti geomorfologici sul Sahara Libico Sud-Occidentale*, Annali Museo Libico Storia Naturale, vol. III, p. 17-32, Tripoli, 1942.

—— *Uebersicht über die Geologie Libyens*. «Geol. Rundschau», Bd. XXXIII, Heft 4-6, p. 415-421, Bonn, 1942.

—— *Il Sahara Italiano : Il Tibesti Nord-orientale*. «R. Società Geografica Italiana», Roma, 1943.

—— *Bibliografia Geologica Italiana dell'Africa (sino al 1948 incluso)*. Coll. Scientifica e documentaria a cura dell'Uff. Studi del Ministero dell'Africa Italiana, Roma, 1950.

Carte Géologique Internationale de l'Afrique, Feuille n° 2 (tirage 1948).

SIGNIFICATION MORPHOLOGIQUE DES DÉPÔTS LACUSTRES DE LA MONTAGNE DU SINAÏ CENTRAL

PAR

HASSÂN AWAD

Les dépôts lacustres rencontrés dans la montagne du Sinaï Central sont ceux du système de l'Ouadi Feiran, l'oued le plus important du versant occidental de la péninsule du Sinaï. Ces dépôts se trouvent tout le long de l'Ouadi El-Sheikh en aval de la trouée de Ouatia, puis dans le haut Solaf connu sous le nom de l'Ouadi Gharbi et enfin dans la gorge de l'Ouadi Feiran.

L'origine lacustre de ces accumulations argileuses bien stratifiées a été reconnue dès 1902 par T. Barron dans son *Mémoire* sur la partie occidentale du Sinaï [1]. Quelques fossiles ont été récoltés par cet auteur ; ce sont de petites *physes* et des *lymnées* qui n'ont pas atteint leur complet développement [2].

La littérature géologique est extrêmement pauvre en exposé analytique concernant ces dépôts lacustres ; les observations de Barron constituent la seule mention de leur existence dans la région avant celle de

---

[1] Barron (T.), *The Topography and Geology of the Peninsula of Sinai* (Western Portion), Le Caire, 1907, 247 p.

[2] Barron (T.), *Op. cit.*, p. 102. Cet auteur a trouvé également une dent de mammifère dont il ne précise malheureusement pas l'espèce ; on peut le regretter, car son identification nous aurait donné une indication relative au climat sous lequel le dépôt a été formé.

M. de Martonne, tout récemment lors de notre reconnaissance en sa compagnie en mai 1946 [1].

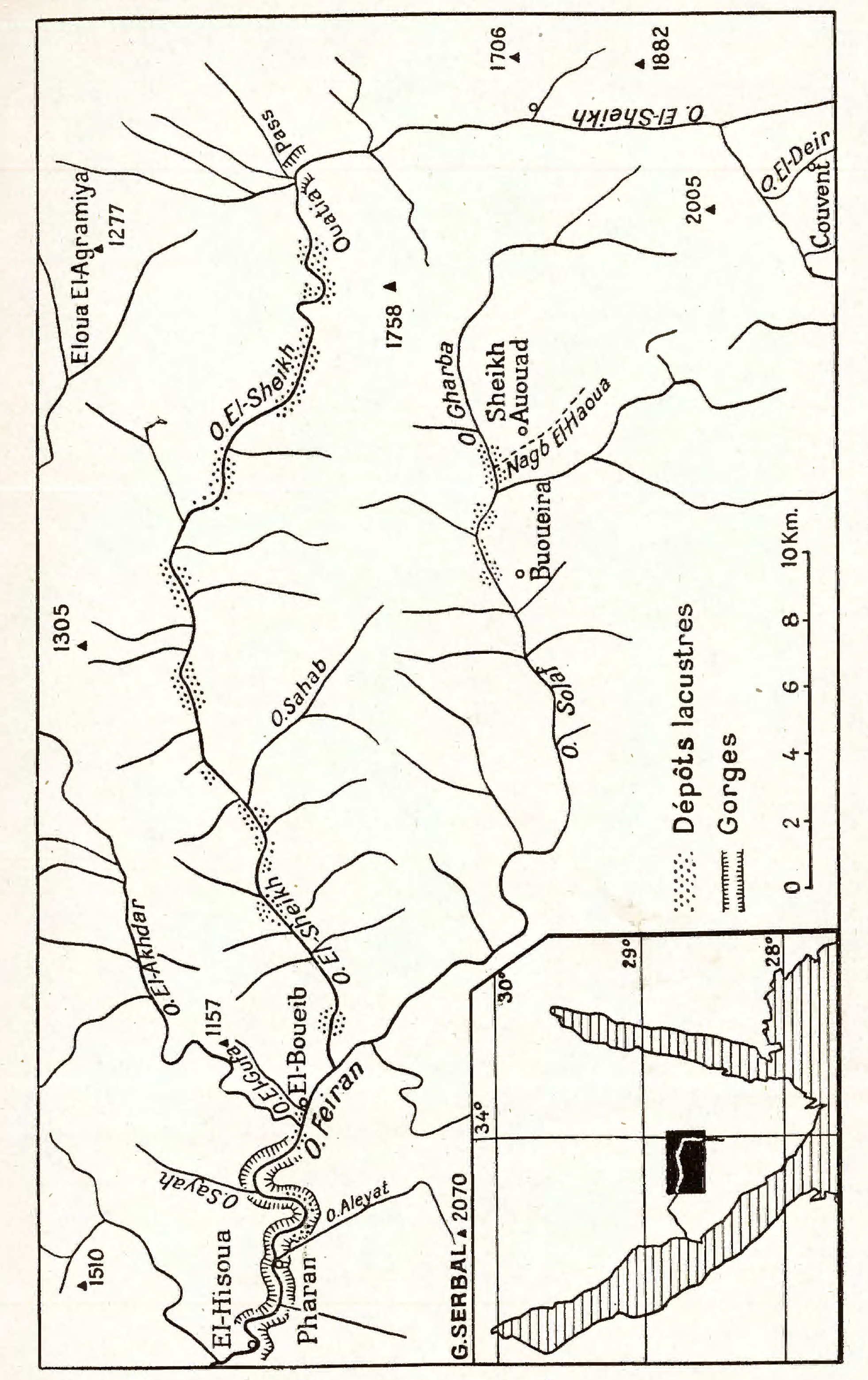
T. Barron a attribué leurs dépôts à une interruption du système de drainage. Mais cette conception, assurément exacte, a été émise sans discussion, sans plus ample développement. Il faudrait pourtant expliquer et déterminer quel est l'obstacle ou les obstacles qui ont retenu les eaux.

C'est assurément dans l'Ouadi El-Sheikh, en aval de Ouatia que se trouve la plus grande extension de ces dépôts (pl. I et II). Ils accompagnent le cours de cet oued jusqu'à sa confluence avec l'Ouadi Feiran, c'est-à-dire pendant plus de trente kilomètres. La puissance maximum de ces dépôts observée est de 30 mètres en amont. Cette constatation serait en relation avec une érosion de plus en plus grande du réseau hydrographique vers l'aval.

Le dépôt est constitué par d'énormes accumulations de sables fins renfermant quelques lits de graviers, cependant que par endroits, on note une stratification entrecroisée provenant, semble-t-il, des crues latérales des torrents. Mais l'ensemble de ces dépôts est trop fin pour que les oueds actuels puissent en être responsables. Par leur masse et leur grain, ils contrastent avec les dépôts actuels à éléments grossiers gisant dans le fond. On n'a pas manqué d'observer à un kilomètre en amont du confluent El-Sheikh—Feiran un cône de déjection de l'oued actuel constitué d'éléments grossiers et en bordure duquel se retrouve le reliquat d'une terrasse lacustre formée de ces éléments fins à couleur blanchâtre (pl. III-A). Ailleurs ces dépôts sont ravinés et même en train d'être fossilisés sous les éboulis de versants (pl. III-B).

Les dépôts qui emplissent la haute vallée de Solaf (Ouadi El-Gharbi), présentent les mêmes caractères que ceux de l'Ouadi El-Sheikh, mais ils sont moins étendus que ces derniers. Vers la montagne ces dépôts sont graveleux et renferment de petits grains de quartz et quelques galets de plus en plus volumineux, qui peuvent atteindre cinq centimètres de

[1] De Martonne (Emm.), *Reconnaissance géographique au Sinaï*, Ann. de Géogr. t. LVI, 1947, p. 241-264 et *Bull. Soc. Roy. Géogr. d'Egypte*, t. XXII, fasc. 3-4, 1948, p. 105-136 (voir p. 124, 125 et 126).



Distribution des dépôts lacustres du système de l'Ouadi Feiran.

diamètre. Vers le centre de l'oued, on assiste à un changement de faciès, le grain devenant plus fin. L'épaisseur de ces dépôts peut être estimée de 10 à 15 mètres au-dessus du thalweg actuel (le fond ici est à 1120 mètres).

Le fait que les témoins lacustres reposent sur le fond actuel de l'Ouadi El-Sheikh et de l'Ouadi Solaf et jalonnent leur parcours sur plus de trente kilomètres, de 1150 mètres en amont jusqu'à 800 mètres en aval, rend difficile l'hypothèse d'une seule nappe lacustre ennoyant la vallée tout entière. Dans ce cas, le lac aurait une profondeur minimum de 350 mètres et la plupart des vallées affluentes auraient été submergées plus ou moins totalement.

Nous ne pouvons méconnaître l'insuffisance de nos observations ; toutefois les alluvions qui emplissent les vallons latéraux sont grossières et n'ont aucune affinité avec les alluvions fines de l'oued principal dont la nature est altérée à la traversée de ces affluents comme nous l'avons noté précédemment. A l'embouchure de quelques oueds, on observe une tendance plus sablonneuse et des lits de graviers dans les dépôts. La phase lacustre qui a inondé la vallée principale ne s'est pas étendue aux vallées latérales comme on aurait dû s'y attendre si la nappe d'eau avait atteint plusieurs centaines de mètres de profondeur. Il semble donc qu'il faille renoncer à l'hypothèse d'un lac unique.

Il s'agit à présent de déterminer le genre de barrage derrière lequel se sont accumulées les eaux. Nous avons le droit de penser que cette obsturation est l'œuvre des affluents qui, pendant leurs grandes crues, ont poussé leurs cônes de déjection dans le lit de l'Oued. Le cours ainsi barré par les dépôts torrentiels s'est vu transformé en lac. Deux circonstances semblent venir corroborer cette manière de voir :

1° La désagrétation facile du granite rose porphyroïde donnant naissance à une masse de débris alimentant sans cesse les cônes de déjection.

2° La disposition des oueds affluents ; très souvent on a affaire à deux vallons latéraux qui se font face. La jonction de leurs deux cônes de déjection s'avançant de deux côtés, à un point situé sensiblement au milieu de l'oued principal, peut momentanément barrer la route aux crues de celui-ci.

Ce genre de verrou a dû être constitué au moment où les crues étaient faibles pour pouvoir emporter tout obstacle. Aussi les bassins plus ou moins fermés ont-ils fonctionné simultanément et à plusieurs reprises dans différents secteurs de l'oued au cours du Quaternaire.

Examinons maintenant les dépôts de la gorge de l'Ouadi Feiran. La section en aval du confluent El-Sheikh-Solaf constitue la partie la plus resserrée de la vallée entre les rochers à pics. C'est la partie de la vallée qui abrite l'oasis la plus grande, la plus fertile et la plus prospère de tout le Sinaï montagneux. Malgré le peu de largeur de la vallée, le fond de la gorge est pourtant plat et remblayé. En amont, nous avons assisté au forage dans le fond de la vallée de deux puits dont les eaux serviront à l'irrigation de petits champs et jardins. La nappe d'eau a été atteinte à dix mètres de profondeur. Les dépôts consistent en alternance de gros blocs et graviers avec des lits de sables fins. Des formations analogues, taillées cette fois-ci par l'Ouadi Feiran, se rencontrent un peu partout, s'élevant à 10 ou 20 mètres au-dessus du thalweg actuel [1].

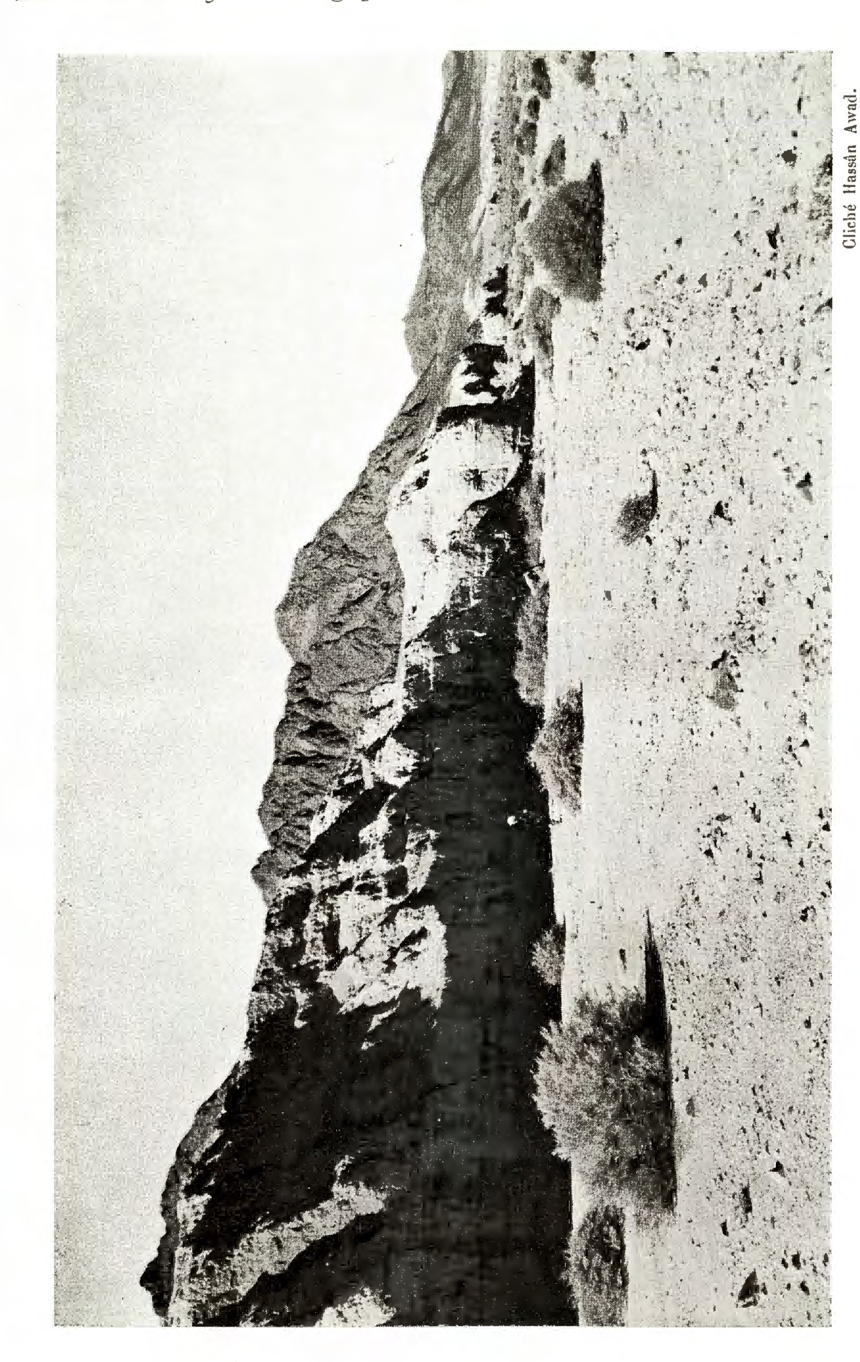
En plus de ces dépôts grossiers, on note tout le long de la gorge la présence de lambeaux de dépôts plus fins et de couleur blanchâtre, accolés aux versants à une certaine hauteur de fond de la vallée. En amont, ils ne s'élèvent pas très haut au-dessus du thalweg; mais à l'endroit où l'oasis commence, ils surplombent le fond de 30 mètres environ (pl. IV). On peut voir dans ces divers lambeaux l'équivalent des dépôts lacustres de l'Ouadi Solaf et de l'Ouadi El-Sheikh. Je n'ai pu poursuivre des observations suffisamment détaillées au sujet de ces dépôts de l'Ouadi Feiran; toutefois la disposition qui vient d'être décrite indique clairement que nous avons affaire à deux phases de remblaiement : le premier remblaiement est lacustre, tandis que le second est torrentiel. Ces deux remblaiements sont séparés par une période d'érosion, l'oued ayant taillé à nouveau ses propres alluvions.

Plus en amont dans les deux oueds d'El-Sheikh et de Solaf nous

[1] Nous signalons les formations sédimentaires près de l'embouchure de l'Ouadi Sayab (affluent de droite) ; l'épaisseur observée est d'environ 40 mètres.

avons vu que la phase lacustre n'a pas été cette fois suivie par une phase d'érosion. La vague d'érosion n'a pas atteint la région, elle s'est arrêtée au seuil d'El-Boueib.

Nous avons donc affaire à deux secteurs de la même vallée qui ont évolué différemment au cours du Quaternaire.



Cliché Hassân Awad.

Grandes accumulations de dépôts lacustres en aval de Outia.



A. Terrasse de dépôts lacustres blancs dans l'Ouadi El-Sheikh.



Clichés Hassân Awad.

B. Terrasse lacustre, vue rapprochée; stratifications régulières.



A. Cône de déjection actuel emboîté dans des témoins de la terrasse lacustre.
Vue prise à un kilomètre en amont du confluent d'El-Sheikh — El-Akhdar.



Clichés Hassân Awad.

B. Témoins de dépôts lacustres ravinés par des coulées de cailloutis
(le bas Ouadi El-Sheikh).



Cliché Hassân Awad.

La palmeraie de l'Ouadi Feiran. Remarquez les dépôts lacustres suspendus de l'ouest les taches blanches immédiatement au-dessus du faîte des palmiers).

CONTRIBUTIONS TO THE HISTORY OF THE BLUE NILE

BY

ERIK NILSSON

In the East Africa, the pleistocene climatic changes are clearly evidenced in the moraines of ancient glaciers far down the slopes of its loftiest mountains, as well as in the sediments and contours of large lakes which have more or less filled up those basins in the Great Rift Valley that lack outlets. At the present time only very small glaciers exist on the mountains of Kilimanjaro, Kenya and Ruwenzori; and the lakes in the eastern branch of the great Rift Valley are now rapidly shrinking or have partially dried up owing to the present increasing desiccation of East Africa.

This double registration of climatic changes reflects a considerable degree of uniformity in respect to the number and relative importance of the stages of the glaciers and lakes of the Last Pluvial and the Post-pluvial Epochs. This consistency is due to a sequence of cold and wet phases of decreasing intensity, interspersed with warmer and drier phases during which the ancient lakes regressed, as is shown by the disconformities in the lake-sediments.

On Mount Kenya, and also in the Highlands of Semien in Ethiopia, I found two series of moraines ascribable to two pluvials; and in the Eastern Rift Valley there are two series of lake sediments. I assign the younger moraines and lake-sediments to the Last pluvial, and the older ones to the Great Pluvial. On the Ethiopian Plateau south-east of Lake Tana, I discovered a still older series of sediment, namely the so called Yaya lake-sediment, referable to what I have earlier called the First Pluvial. These three pluvials have also been traced in Uganda by D. E. J. Wayland.

At the first Pan-African Congress on Prehistory, held at Nairobi in January, 1947, a sub-Committee on Geology resolved on the following local names : *Kageran, Kamasian* and *Gamblian,* designating the *First,* the *Great* and the *Last* Pluvial respectively. Two marked post-pluvial wet phases were termed, respectively, *Makalian* and *Nakuran.*

Within the Last Pluvial and the Postpluvial Epochs I have determined a number of wet phases, designated by the letters A, B, C, D and E,

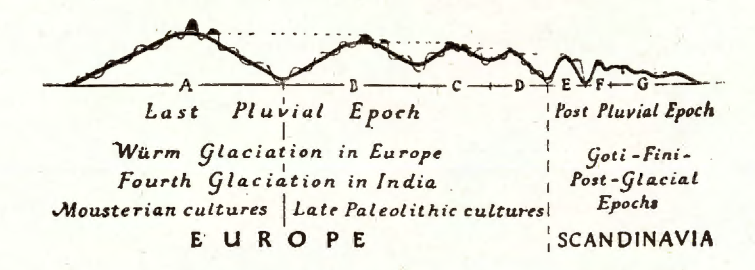


Fig. 1. Variations of Nakuru Lake level.

F, G respectively (fig. 1). The pluvial phase « A» constitutes the very pronounced phase of the Last pluvial, being followed by a marked interstadial phase and then, during the second half of the pluvial, by three sub-phases of lesser and decreasing importance; namely B, C and D. After the lakes of group D an arid phase set in, which I regard as the beginning of the Postpluvial Epoch, since the climate was then so warm and dry that the lakes dried up completely and arid conditions prevailed as is shown by aeolian sediments in caves, etc. Identical climatic conditions obtained in East Africa during the arid phase which occured between the Makalian and the Nakuran wet phases.

As the sediments of the Kamasian Pluvial occur along the Rift Valley (at the Hawash Valley, the Zwai-Shalla basin, Lake Rudolf, Lake Baringo the Nakuru-Naivasha basin, Lake Magadi, Oldoway, etc.) it is evident that the Great Rift Valley existed, and contained large lakes (and perhaps a bay of the sea in the ethiopian part of the valley) during the Kamasian Pluvial. But it is also clear that the Rift Valley, before the deposition of the younger series of the ancient lake sediments during the Last Pluvial period, must have been the scene of mighty forces

which broke the old Kamasia lake-beds into pieces and dislocated their sediments. To judge by the present positions of the Kamasia sediments these movements (accompanied by lively volcanic activity) seem to have been among the most important events of all which have past over the valley during its long evolution history up to the present time, and thus, in the Last interpluvial period but also during the maximal phase of the Last pluvial, gave the Eastern Rift Valley its appearance mostly as it is to-day. The relative position of the Kamasia sediments at the bottom and the slopes of the Rift Valley also give some information about the way in which the valley has been formed. The formation of the Rift Valley in Kenya Colony seems to have been an upheavel of its sides more than a depression of its bottom, and in the neighbourhood of the Equator also the bottom of the valley lies higher than it does towards the north and the south. In the Nakuru-Naivasha basin thus an upheavel of the whole valley must have taken place, but relatively more of its sides than of its bottom, as the Kamasia sediments of the same kind (containing the same types of tools of Mousterian age) now occur on the Kinangop plateau east of the basin about 500 m. higher up than at the bottom of the basin.

The triangular area between the Ethiopian and the Somaliland plateaux, the Red Sea and the Gulf of Aden which contains the Desert of Afar or Dankali is the direct continuation of the broadest part of the Great Rift Valley, filled out by the Red Sea. The plains of Afar are bordered to the west by a mighty escarpment forming the eastern front of the Ethiopian Plateau while the northern scarp of the Somaliland Plateau forms the southern limit of these plains. This escarpment is due to fault-lines trending WSW from along the coast of the Gulf of Aden to Dire-Dawa from where it takes a more south-westerly direction to Lake Zwai.

The Hawash Valley which opens into the SW corner of the Desert of Afar is the continuation of the Rift Valley towards south-west, and flanked as it is by the lofty mountain walls of the plateaux it is a typical rift valley. The Hawash Valley as well as the whole Ethiopian Rift Valley down to Lake Rudolf are of a very irregular shape owing to the fact that fault lines of three directions intersect there.

Immediately S of the Hawash Valley extends a basin containing the small Lakes Zwai, Hora Abyata, Langana and Shala. It is separated from the Hawash Valley by a comparatively low treshold. The escarpments W and E of the lakes rise in steps up to the imposing Gurage and Chillalo Mountains, respectively. The peaks of the Chillalo Mountains such as Chillalo and Kaka are with their altitudes of more than 4100 m. the highest parts of the Somaliland Plateau. Within this Zwai-Shala basin I found several well developed ancient beaches, the most important of which is a terrace situated at an altitude of about 40 m. above Lake Zwai. This terrace corresponds to a pass in the treshold into the Hawash Valley and belonged to a fresh water lake. All the ancient beaches are horizontal.

From the boundary between French Somaliland and Ethiopia to Dire-Dawa the railway Djibouti-Addis Ababa passes the vast and even plains of the southern part of Afar, and it seems to me that not very lond ago — geologically speaking —these plains were parts of the bottom of the sea. This impression was confirmed, when I arrived at the border of the plain at the outlying foot-hills of the Somaliland Plateau NNE of Dire-Dawa. The plain is there built up of stony delta-sediment, exposed in the broad and shallow ravines of the present rivers which seasonally carry their water into the desert. Between the railway-stations Ourso and Errer I saw at a distance in an exposed situation the ancient coast-zone corresponding to the delta-plain in front of it. This coast-belt consisting of the beach-zone and the delta-plain could be followed along the foot of the Chercher massif. In the neigbourhood of the kilometre-pole 45 (counted from Dire-Dawa) E of Errer the ancient sea seems to have reached a level which is now situated about 1150 m. above the sea-level. As I have obtained this figure and the following ones by means of an aneroid, these figures must be regarded as approximate, the height of the ancient sea-level was thus found to be, at the kilometre-poles 132, 158 and 164 about 1220 m., 1410 m. and 1440 m. respectively. As far as these figures are reliable, they indicate a land-elevation which increases towards the Hawash Valley and Lake Zwai.

Near the Modjo railway-station at the southern foot of the Ethiopian Plateau and about 60 km. SE of Addis-Ababa, I encountered some ancient beaches the highest of which lies at an elevation of 1802 m. The beach is a well developed terrace. About 40 km. S.E of Modjo at the southern side of the Hawash Valley and close to the caravan-route from the Hadama railway-station towards the Albasso steppe, I also found at a place called Bole an ancient beach, a terrace cut into a sediment of Kamasia-type. The altitude of the shore-line was determined to be about 1835 m. This beach at Bole and the Modjo beach are closely similar, and they also remind me very much of the highest beach at the volcano Bora N of Lake Zwai and about 40 km. WSW of Bole. This beach has an altitude of 1832 m. These three terraces are the highest of those encountered at their respective localities; they are all younger than the sediment of Kamasia-type and show approximately the same development. I am therefore of opinion that they belong to the same epoch and they must be younger than the Kamasia sediment.

In a diagram along the NW foot of the Somaliland Plateau from Dire-Dawa to Lake Zwai the above-mentioned beaches along the railway-line and the Bole terrace are found to lie almost on a straight line or along a gently sloping curve. If they belong to the same beach, the tilting of this line amounts on an average to about 2,3 m. per km. towards Dire-Dawa. A continuation of this beach is perhaps to be found in the "200 m. raised beach" at Dubar Point S of Berbera in British Somaliland. The tilting of this eastern part of the supposed beach would then be about 2,1 m. per km. The beaches show that there must have occurred an upheaval of the Rift Valley zone and also a corresponding tilting of the Somaliland Plateau from this zone towards the Indian Ocean. It is evident that these earth movements must have been brought to an end, before the oldest freshwater lake of the Zwai-Shala basin cut out its terrace which is horizontal.

The Ethiopian Plateau

The Ethiopian Plateau is drained by two rivers, the Blue Nile or the Abbai and the Takkazye River and their numerous tributary rivers. Ethiopia is a country with very many volcanoes of different sizes and

ages, and their more or less eroded rests dominate the Ethiopian Plateau as well as the Rift Valley. They constitute landmarks, seen for many miles, as they often attain an elevation of 1.000 m. or more above the level of the plateau. The characteristic, highly curved courses of the rivers of the plateau are due to the presence of these volcanoes. The wellknown great curve of the Blue Nile surrounds in a semicircle the Chokai and the Amedamit Mountains and the range between them. The left-bank tributaries of the Blue Nile or the Rivers Bashilo and Jamma, completely encircle an old giant-volcano the highest parts of which are now the Amba Farit and the Kollo Mountains, which belong to the opposite sides of the crater-rim and lay about 40 km. apart. Also the Takkazye and some of its left-bank tributaries embrace in the same way the Highlands of Semien.

Owing to the very great numbers of broad valleys and deep ravines which the rivers have cut out into the plateau and also because of the volcanoes just mentioned, the Ethiopian Plateau has to a great extent lost its character of a plateau. Another main feature of the plateau is the nearly total absence of lakes. If we leave Lake Tana out of account there are only a few small lakes such as Lake Assangi, but they belong to the Rift Valley zone, situated as they are in basins formed by dislocations along the eastern front of the Ethiopian Plateau. Also the Jakjak lake and another lake to the south in the Chomen Swamp are situated in a marked valley which is probably a branch of the Rift Valley. The River Finjar drains the valley in question and lies in a direct continuation of a valley strectching south-ward and containing the upper course of the Omo river and also the River Gotu, a right-hand tributary of the River Omo. In this connection I want to call attention to an observation made by Major R. E. Cheesman during his exploring of the Blue Nile. According to Cheesman there is a difference in height of the surface of the lava-cap between the Bir and Fatam Rivers of about 2.000 feet. This abrupt dip must depend on, I suppose, a dislocation north of the Blue Nile, but somewhat to the west of the Finjar Valley, going also there in a north-southernly direction. The same direction of the lower course of the Omo River depends according to J. W. Gregory on fault-lines of the Great Rift Valley.

Lake Tana.

Lake Tana is the most important lake in Ethiopia and it is highly interesting in many respects. The lake is the principal source of the Blue Nile, and its appearance on the Ethiopian Plateau where there are otherwise no lakes, calls for a special explanation. Geological investigations also show that Lake Tana has a very interesting evolutional history of its own.

Lake Tana is situated about 1830 m. above the sea-level, and the area of the lake is 3060 squarekilometres. The present bottom of the lake has its direct continuation to the north and east in the very gently sloping Dembea Plain and Fogara Plain respectively which are built up of ancient lake-sediments. These plains have a gradient towards the lake of only 1 m. in 2.5 km. It is therefore very probable that the lake is comparatively shallow. This is also confirmed by a great number of soundings which have been performed along the coast-line by Cheesman during a circumnavigation of Lake Tana. As far as I know, no soundings have been carried out in the middle of the lake and the depths given for Lake Tana varying from 30 to 100 m. therefore are only conjectural.

During an investigation around the lake I observed and levelled a number of ancient beaches representing a series of lake-levels. These beaches are all horizontal, which means that no tilting has occured in the basin of Lake Tana since these lakes came into existence. At several places, chiefly on the large plains, I tried to study the ancient lake-sediments by means of borings, but my hope to be able to determine correlative layers from the different sections by means of pollen failed, as the samples, taken at every 10 cm. of the bore-cores, did not contain any pollen suitable for the purpose.

Neither in the bore-holes nor at the numerous river-ravines did I find any sediment of the Kamasia type. All the ancient lake-sediments around Lake Tana belong to the Last pluvial. Therefore *the Tana basin did not,* I suppose, *exist during the Kamasia Pluvial.* Of special interest in this connection are a number of « drowned» valleys NE and E of the

lake. These valleys are eroded in the south-western slope of mountain-ridge which attains a height of 1000-1200 m. above the lake. In their lower parts, these valleys are filled out with lake-sediments forming flat plains which become broader towards the lake, according as the ridges between the valleys « dive », and at last appear as islands in the plain along the shore of the lake or in the lake itself.

It is quite obvious that the valleys must have been eroded down to a base-level situated considerably lower than the present lake-level and that this must have taken place before the existence of the ancient lakes in which the sediment was deposited and, of course, *before the canyon of the Blue Nile began to serve as an outlet for these lakes.* The valleys in question must have belonged to the upper part of the rivers flowing across the area of the present lake Tana and down the western slopes of the Ethiopian Plateau towards Sudan. The erosion of these valleys may perhaps have taken place during the Kamasia Pluvial. Observations in East Africa, especially in the former glaciated regions on the mountains indicate that the principal erosive work which resulted in the innumerable valleys furrowing their slopes has been performed during the Kamasia Pluvial or in any case before the maximum of the Last Pluvial.

The forming out of the Tana basin probably took place during the Last Interpluvial Epoch which in East Africa is characterized by a lively volcanic activity. Volcanic eruptions at this part of the western front of the Ethiopian Plateau blocked the valleys. During the following epoch, the Last Pluvial, the basin inside this dam was filled and the first ancient Lake Tana came into existence. I have no sure observations as to be able to state where the first outlet from the Tana basin was to be found. It may have been situated in the north-westerly corner of the basin of River Atbara or perhaps at the Biga pass, E of the present outlet and about 105 m. above the present lake-level. This pass opens into a side-ravine of the main valley of the Blue Nile and is eroded down to the level of the third ancient lake. From the time at least when this lake stood at this maximum, the outlet must have moved to a more southerly position where the Nile ravine at present leaves the Tana basin. During a gradual lowering of this ravine the outflow

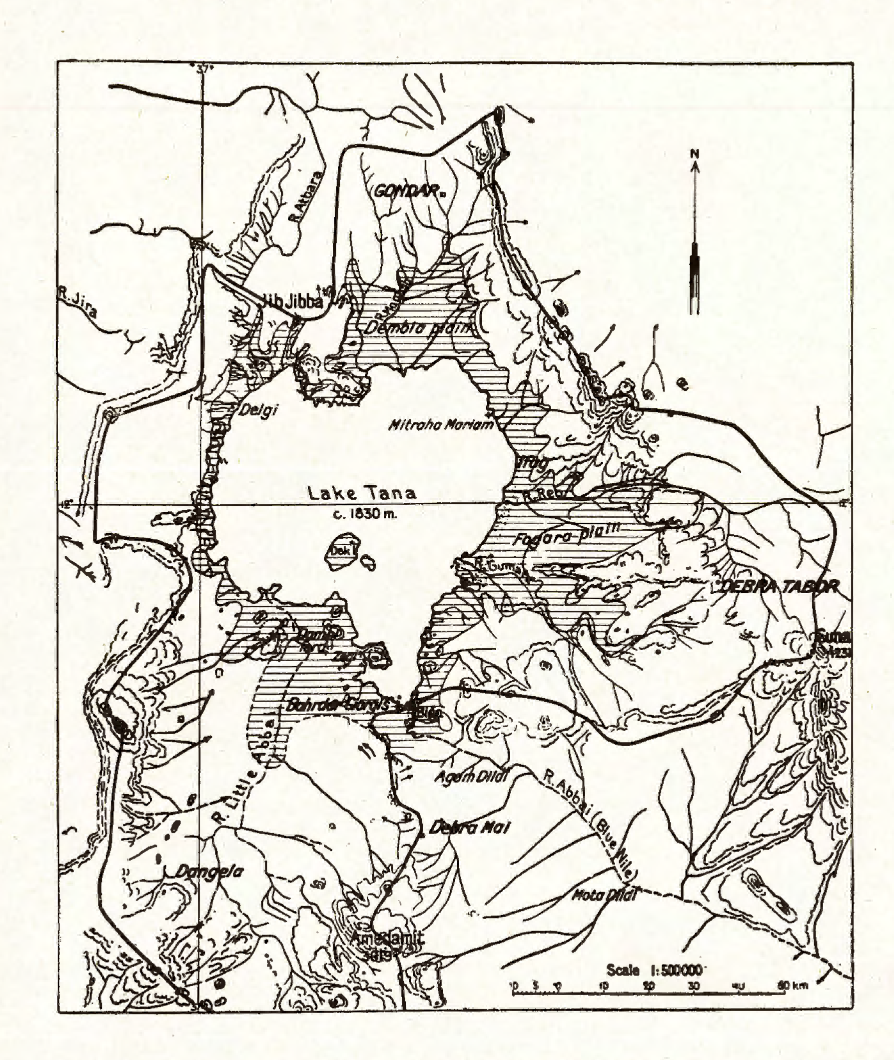


Fig. 2. Lake Tana. The area of the highest ancient lake of this basin is indicated by means of hozirontal lines.

threshold has moved into the basin in a northerly direction. At present the outflow is cut into a young lava of a comparatively recent date which is spread across the uppermost kilometres of the Blue Nile Valley and which forms the irregular southern shore of Lake Tana. Whether the lake basin was quite drained off before this eruption or not

will be an open question, until the depth of Lake Tana and the configuration of its bottom are known. The southern slope of this damming barrier of volcanic rocks is traversed by the Nile for the first five kilometres along a series of rapids, and its level is here lowered some thirthy metres. It is said that Lake Tana is a crater-lake. The presence of young volcanic rocks in this district with its small volcanoes and its hot springs just along the shore of the lake and also the rounded shape of the lake may perhaps have caused this wrong conclusion.

Ancient lake sediments on the Ethiopian Plateau

Within the Tana basin I sought in vain for sediment of the Kamasia type. On the Ethiopian Plateau on my way to Lake Tana I had however already —on both sides of the valley of the Blue Nile—encountered lake-sediments reminding of the Kamasia sediment, only a little more consolidated. When travelling back from Lake Tana to Addis-Ababa east of the Blue Nile, I found and measured mighty layers of lake-sediments near a little village Yaya, situated between the Rivers Walaka and Jamma, both left-hand tributaries of the Blue Nile. The sediment which has been deposited on the main plateau-basalt is built up of undisturbed layers of sand, clay and sandstone. Alternating layers of clay and sand extend from the bottom to a thickness of 11.5 m.; then the whole rest of the sediment consists, however, of a soft sandstone with a few layers of clay and fossil plants. At the top the sediment is terminated by a layer of clay having a thickness of more than 2 m. and containing in its upper part an abundance of petrified tree trunks. I found whole stems with a diameter of up to 70 cm. protruding from this layer. Apparently a whole forest has been destroyed and covered by lava during a volcanic eruption. The covering sheet of lava is about 20 m. thick and where it is not eroded away, as on a few small hills in the neigbourhood of Yaya, it has protected the lake-sediment. At the place where I measured this sediment, it had a thickness of 82 m., and as I did not find any discordances or disturbances in its sequence of layers, they seem to represent a complete series of deposits of an ancient lake.

This ancient lake which I have called *Lake Yaya* must have been very extensive. In the drawing of the approximate shore-line of the lake Fig. 3, due consideration was given to the positions of the finding-places of its sediment and to the topography of this part of the Ethiopian Plateau. The real extension of the lake is, of course, impossible

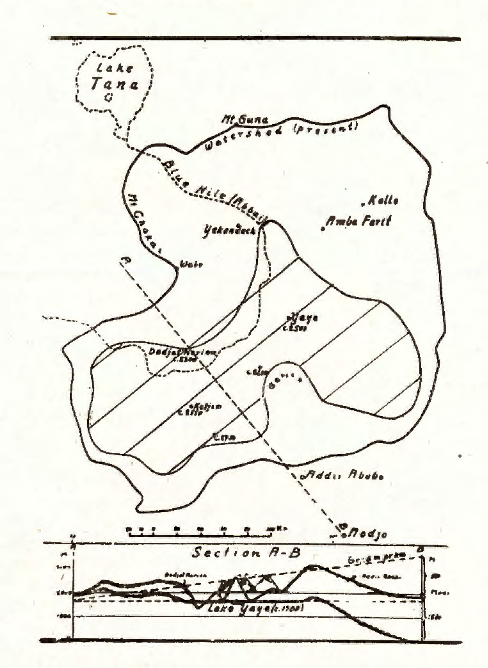


Fig. 3. Sketch-map of the Yaya lake and basin. The sections are drown along the line A-B (from Dangela to Modjo) showing the height-position of the plateau before and after its tilting towards NW.

to state, but Lake Yaya can scarcely have been either very much larger or smaller than the area of the lake which is marked in Fig. 3, or about 7-8 times that of Lake Tana.

The altitudes of the finding-places of the Yaya sediment increase regularly towards the south-east, and this means a corresponding tilting of the Ethiopian Plateau towards north-west which tilting along a line drawn between Modjo and Dangila amounts to about 6 metres per kilometre. The raised beach at Modjo at the elevation of 1802 m. also requires a corresponding upheaval of the south-eastern corner of the

plateau. At the bottom of Fig. 3 this tilting is shown in a very schematic way, and the plateau is assumed to have moved as a solid block. At the upper or present section along the line in question the position of the Yaya sediment has been indicated. The lower section shows that the Yaya lake had an elevation of about 1700 m. above sea-level which then stood at the Modjo beach.

According to this very schematic attempt to illustrate the tilting of the Ethiopian Plateau these movements stop near the River Bir or at about the previously assumed branch of the Rift Valley extending in the direction of the Rivers Gotu, Finjar, Bir and perhaps Small Abbai. During the tilting of the Somaliland Plateau towards SE and the Ethiopian Plateau towards NW the ethiopian part of the Great Rift Valley was acting as an axis of elevation. As the tilted beaches in places are cut into Kamasia sediment it is obvious that the tilting occured after the Kamasia Pluvial, but it is also clear that these earth-movements must have been accomplished when the highest ancient lakes of the Last Pluvial epoch existed within the basins of Zwai-Shala and of Tana, as the beaches of these lakes are horizontal.

An attempt to correlate the series of ancient lakes within some basins in East Africa

A closer study of these ancient lakes within Kenya Colony and Ethiopia reveals several interesting detailes concerning the climate of the Last Pluvial and the Post-pluvial Epoch. As the similarity in the relative positions of the ancient moraine-ridges on the mountains Africa is a predominant feature which indicates certain distinct phases of East of this climate, there are still more detailed indications of these climatic changes in the variations of the height of the ancient lakes in question.

By comparing the diagrams of the levels of these lakes from the different basins I observed that *the differences in height between two ancient lakes following each other vary throughout the diagrams in a very similar way*. Especially is this obvious in the case of the younger of these lakes. This is clearly seen in Fig. 4 the curves of which show the gradual lowe-

ring of the ancient lakes within basins of Kenya Colony, Ethiopia and also-for a preliminary comparison-the Faiyum Depression.

The curves are built up on the altitudes of the ancient lakes AI-G6 which distances are marked on verticals at equal distances from each

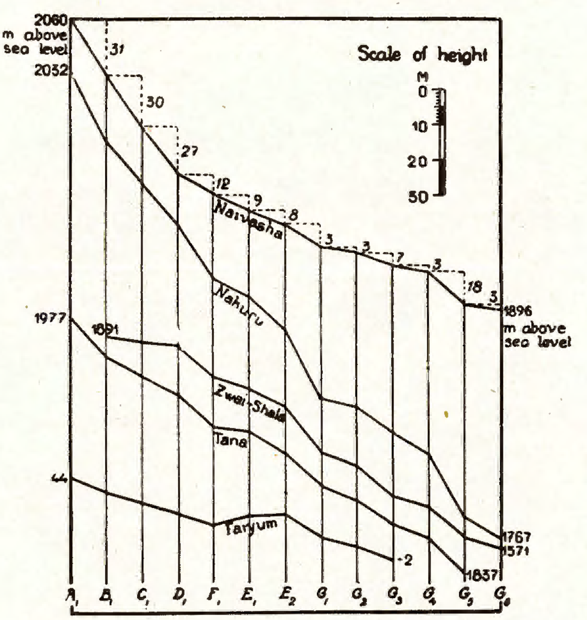


Fig. 4. Curves showing the gradual lowering of the ancient lakes within the basins of Naivasha, Nakuru, Zwai-Shala, Tana in East Africa and the Faiyum Depression in Egypt. The curves are built up on the altitudes of the ancient lakes A_1—G_1—G_6 marked on verticals at equal distances from each other. The height-figures of the beaches from the Naivasha and Nakuru basins are chosen from about the centre of each basin in order to avoid too great disturbances owing to the considerable tilting of the ancient lake-levels in these basins.

other. As the lake AI was common to the basins of Naivasha and Nakuru the curves of these basins start at the same vertical. Observations at the present lakes Nakuru and Shala show that a comparatively recent beach at the altitudes of 1767 respectively 1571 m. above the sea-level must date from the same time, as they both form the limit above which there grow acacias with a stem-diameter of 20 cm. or more, while below these beaches the stem-diameters are less than 20 cm. and become

smaller the lower down towards the present high-water-levels the trees grow. In this way the curve of the Zwai-Shala basin was fixed in relation to that of the Nakuru basin. The highest ancient lake of the Tana

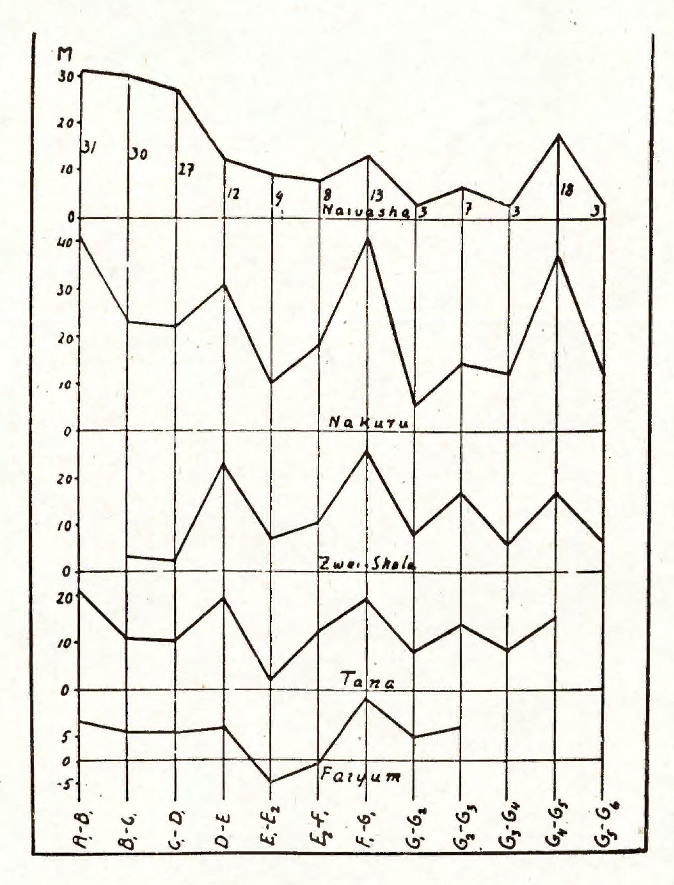


Fig. 5. Diagrams of height-differences between successive ancient lakes within the basins of Naivasha, Nakuru, Zwai-Shala, Tana in East Africa and the Faiyum Depression in Egypt. The differences AI-BI, BI-CI etc. are placed as verticals at equal distances along the O-line of each diagram.

basin is placed on the vertical AI and in this position the Tana curve also shows a striking conformity with the Zwai-Shala curve from DI and downwards.

Since it is only in the Nakuru basin that I know the total regression

of each group of lakes before the transgression of the next group began, I am able to use, in this correlation only the difference in height of the top levels of lakes AI, BI, CI, etc. In these curves Fig. 5, a small difference in height between two successive lakes means a slight tendency towards desiccation, while a great difference indicate a more marked transition to drier conditions. As it—quite naturally—seems to be *the changes of climate which are reflected in the similar variations,* indicated by

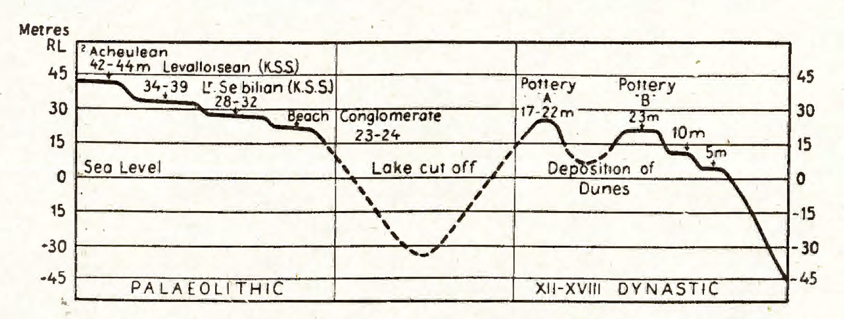


Fig. 6. Graphs to show changing of lake levels within the Faiyum Depression. Graph reconstructed from data obtained by the Geological Survey of Egypt. After Caton Thompson, Gardner and Huzayyin, 1937.

the curves of the height-differences of the ancient lakes, we have in these curves a means for a reciprocal dating of the ancient lakes themselves.

To these curves from East Africa I have tentatively added another relating to the ancient pluvial lakes of the Faiyum Depression, and based on the figures given in the Fig. 6. This well-known graph shows the changing of the levels within the depression and is reconstructed by S. A. Huzayyin, Caton Thomson and E. Gardner from data obtained by the Geological Survey of Egypt. The height of the ancient lakes of Faiyum should presumably have been dependent upon the flow of the Nile, and thus should have registered the pluvial stages in the regions where its sources were located, in the same way as the high-water levels of the Nile to-day register the annual wet seasons. Morover, the correlation curve of the Faiyum Lakes closely conforms with the corresponding curves of the East African ancient lakes, according to which the Faiyum lakes, the 44 m. lake down to the 10 m. lake correspond

to the AI, BI, CI, DI, EI, E2, FI, and GI lakes of East Africa. The graph of the levels in Fig. 6 also resembles in the main of the curve reproduced in Fig. 7. After the fourth pluvial lake of Faiyum, the level of the Nile sank and the lake of Faiyum was cut off from the Nile valley. The very dry phase that followed lake « D » in East Africa not only caused the cessation of the inflow of the Nile into the depression of Faiyum; it also resulted in the almost total desiccation of the lake.

By examining the implements discovered in the beaches of lakes 24 m. and 17-22 m., the archeologists estimate the age of these beaches at circa 15.000 B. C. and circa 7500 B. C. respectively. On the basis of my correlation method, these two lakes are assumed to be contemporaneous with lakes « D » and « E ». Varve-sediments of lakes DI and E 3 date the lakes, according to prof. Gerard De Geer, at circa 12700 B. C. and circa 7300 B. C. respectively. The arid phase which, in East Africa, initiated the Postpluvial epoch thus seems to have been of gotiglacial age.

There is, according to K. S. Sandford and W. J. Arkell, a firm connection between the Nile terraces and the oldest of the lakes in the Faiyum district. Thus the 30 ft. « Mousterian terrace » correspond to the highest of these lakes, and the « Late paleolithic terrace » and the « Late paleolithic level » were contemporaneous with the 30 m. and 24 m. lakes of Faiyum, respectively. Sandford writes as follows : « The Faiyum lake was filled and controlled by the Nile, and its history therefore served as an index to the history of the Nile levels of the time ». In this history an event of a special interest occurs. Sandford continues : « By the time the Mousterian culture had become locally evolved to such extent that it is called by another name (older Sebilian) the gravel was all but past, and the Nile from the Second Cataract northward was *overwhelmed by vast quantities of silt.*

The silt came through the Second Cataract, filling up many of the old channels, and may safely be presumed at this stage of the argument to have been derived from farther south, where climatic changes of enormous importance had taken place or were going on. The supply there may have been partly aeolian partly, perhaps, contributed from the basins of the White and the Blue Nile ».

This great silt phase is divided into two parts, an aggradation phase in later Mousterian and early Sebilian times and a degradation phase which belongs to later Sebilian times. Most of the silt must have come, I think, *through the Blue Nile from the Ethiopian Plateau.* This is the more likely as the Blue Nile now carries about 3/4 of the watermasses which flow into the Nile at Karthum while the White Nile only carries about 1/4. Out of this latter quantity circa 4/5 are, in turn, delivered by the River Sobat and thus about 1/20 only or 5 % comes from the more equatorial part of the White Nile system. The similar development of the ancient lakes and glaciers of B. E. A. and Ethiopia bears out the conclusion that the relative contribution from these two rivers has been at Karthum, in the main, about the same since that time of the silt phase in question.

The above mentioned tilting of the Ethiopian Plateau has been the initial cause, I think, of the sudden appearance in Egypt of these enormous quantities of silt. This rejuvenated erosion of the Blue Nile into the vast and Mighty layers of the soft sandstone of Lake Yaya and also the Mesozoic sandstone and limestone provide the conditions and, in my opinion, *the only conceivable means for obtaining such mighty deposits of mud and silt as those recorded within the Nile Valley* especially below the Second Cataract where their thickness is recorded at Wadi Halfa and Luxor to be 100 feet and 18 feet, respectively.

As I have previously stated in this paper, the highest lake of the Tana basin might have its outlet towards NW. If so, the second lake was at first drained by the Blue Nile which must then have been able to cause a more powerful erosion along its great bow across the former area of the Yaya lake up to the basin of Tana. If the tilting of the Ethiopian plateaux was not accomplished until after the oldest wet phase of the Last Pluvial the fact is explained that the ancient lake « A » seems to be lacking within the Zwai-shala basin.

Fig. 7 shows an attempt to correlate Late Pleistocene climatic changes in north Europe, north America, Egypt and East Africa. As the Warthe advancing phase and the Iowan Glaciation are now regarded by several geologists as the maximum phase of the Last or the Weichsel Glaciation, the Illinoian and the Saale Glaciation as well as the Great Pluvial of

THE PLUVIALS OF EAST AFRICA

	N EUROPE Sweden N Germany	N AMERICA	PALESTINE Jordan Valley Mount Carmel	EGYPT Nile Valley Lakes of Faiyum	EAST AFRICA British East Africa and Abyssinia	
Post-glacial epoch	Sub-Atlantic, Sub-Boreal, Atlantic, Boreal } Sub-epochs			−2 M. } 10	Alternating dry and wet phases G 6–1	Postpluvial epoch
				23 »	NAKURAN wet phase F 2–1	
Last Glaciation — Fin.	Finigl. retreat	....	....	....	Very dry phase	
Gotigl.	Fennoscandian moraines			22 » 17 »	MAKALIAN wet phase E 4–1	
	Gotigl retreat	....	....	....	Very dry phase	
Daniglacial epoch	YOUNGEST BALTIC ICE-STREAM } POMERANIAN phase	LATE MANKATO phase		Late paleolithic level 24 »	PLUVIAL phase D 2–1	LAST PLUVIAL or GAMBLIAN PLUVIAL
	FRANKFURT phase	EARLY MANKATO phase		Late paleolithic terr. 30 »	PLUVIAL phase C 3–1	
	BRANDENBURGIAN phase	TAZEWELL-CARY phase	PLUVIAL C. Wad D	Nile silt phase 36 »	PLUVIAL phase B 2–1	
	Interstadial phase	Peorian Interstadial	Interpluvial C. » E; » » F	25-Ft Nile gravels Late Monast. beach	Interstadial dry phase	
	WARTHE glacial phase	IOWAN glacial phase	LITTLE PL. PLUVIAL B. » G Tabun B	LITTLE PL. 44 m.	PLUVIAL phase A 2–1	
	Last Interglacial	Sangamon Interglacial	Gr. Interpluvial b. » C	Last Interpluvial Monastirian beach	Last Interpluvial	
	GREAT or SAALE Glaciation	ILLINOIAN Glaciation	GREAT PL. PLUVIAL A. » E_c » E_d	GREAT Pluvial	GREAT or KAMASIAX Pluvial	

Fig. 7. An attempt to correlate Late Pleistocene climatic changes in N Europe, N America, Palestine, Egypt and East Africa. The curve of the table shows the height of the level of pluvial lakes in the Nakuru basin, Kenya Colony. No time scale is applied.

Egypt and Palestine and the Kamasia pluvial in East Africa ought to be contemporaneous. Then there is a very good coincidence in the main division into sub-phases of the Last Glaciation of the higher latitudes as well as of the Last Pluvial of the lower parallells : the pluvial phase

« A » constitutes the very pronounced maxima phase of the Last Pluvial, being followed by a marked interstadial phase and then, during the second half of the pluvial, by three sub-phases of lesser and decreasing importance; namely B, C and D, after the lakes of group D an arid phase set in, which I regard as the beginning of the Post-Pluvial Epoch, since the climate was then so warm and dry that the lakes dried up completely and arid conditions prevailed, as is shown by aeolian sediments in caves, etc. Identical conditions obtained in East Africa during the arid phase which occured between the Makalian and the Nakuran wet phases.

MORPHOLOGIE
DE QUELQUES ÎLOTS GRANITIQUES
DU SAHARA FRANÇAIS

PAR

ROBET PERRET

Il est admis en général aujourd'hui, et j'ai écrit moi-même, que le grand désert africain a subi des alternatives de sécheresse extrême, de sécheresse relative, et de climat tropical humide, mais qu'il ne faut pas exagérer la nature et la durée des périodes humides, et que le Sahara n'a jamais valu beaucoup mieux que le Soudan.

On peut se demander cependant, en analysant de plus près certains faits, si le Sahara n'aurait pas subi une phase de climat plus atténué et d'érosion normale, en remontant peut-être assez loin dans le passé géologique.

Les principaux massifs centraux du Sahara français ont été pénéplanés à diverses reprises, avant le dépôt des grès siluriens, avant la transgression néo-crétacée, après le gauchissement post-crétacé et l'éruption phonolitique de l'Attaqor. Cette dernière pénéplanation a été très imparfaite. Non seulement la surface a été rajeunie, au Pliocène et même au Quaternaire, par des mouvements du sol, et recouverte par de nouvelles éruptions, mais encore elle n'a jamais été parfaitement nivelée.

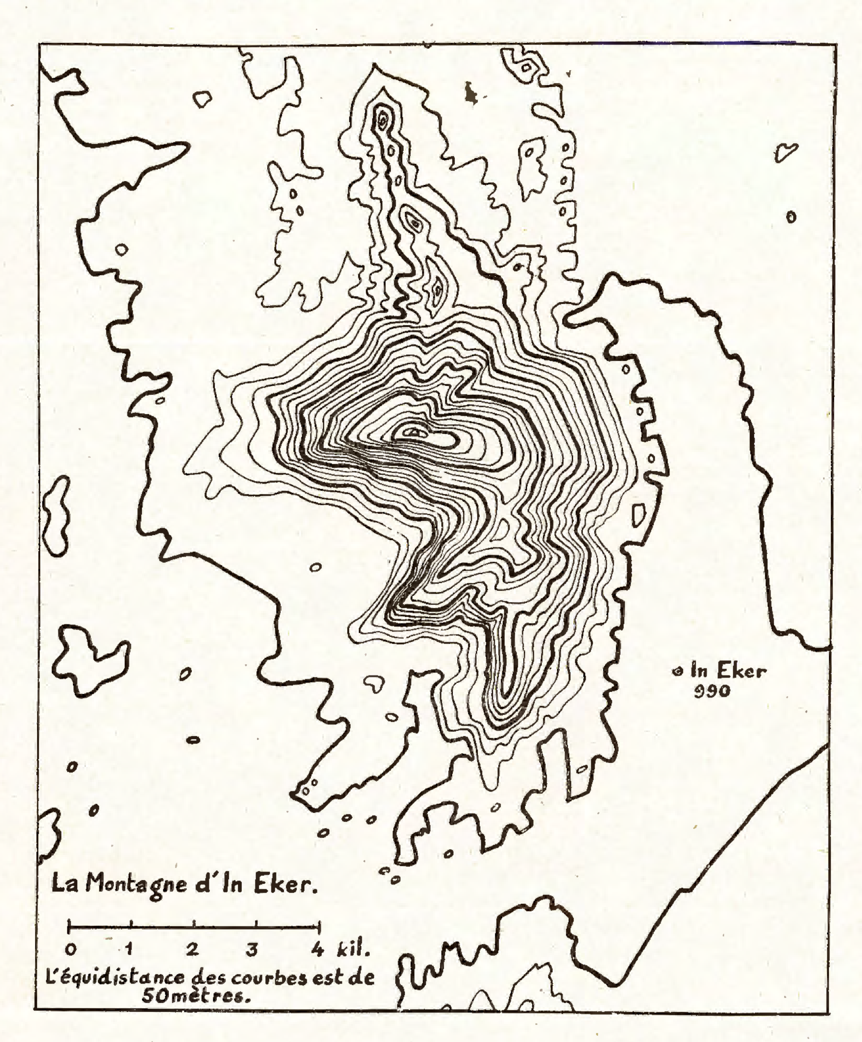
La topographie actuelle est parsemée de saillies qui correspondent, tantôt à la présence de vieux sédiments, plus résistants que les autres aux actions destructrices, comme les quartzites, tantôt à des filons de roches solidifiées dans la profondeur, et dégagées par l'érosion, tantôt à de puissantes injections, ayant donné lieu à des amas, et subsistant sous la forme de dômes résiduels ; ce sont des *monadnocks*.

D'autres massifs sont constitués par des roches à texture microlithique, qui ne se sont pas consolidées dans la profondeur, mais qui ont été usées par des érosions anciennes, de telle sorte qu'aucune trace de l'appareil éruptif ne subsiste. Tel est le cas de la butte d'In Zize.

On a, depuis longtemps, signalé la brutalité des contours des îlots sahariens qui surgissent, hors d'une étendue plate et démesurée comme des écueils au milieu de la mer. Lorsqu'il s'agit d'un archipel de pitons, ce sont les *Inselberg* de Siegfried Passarge et des géographes allemands. Entre ces formes mineures et les formes majeures représentées par de véritables sommets, comme le Tesnou, qui se dresse, en Ahaggar, au bord de la piste qui va d'In Salah à Tamanrasset, comme le Tehi-n-Akli, qu'on aperçoit un peu plus loin, ou comme la Montagne d'In Eker, qui se trouve plus au Sud, comme bien d'autres cimes analogues, il y a certes de nombreuses différences, différence d'échelle, souvent différence d'ancienneté, présence ou absence de certaines particularités morphologiques ; il existe cependant un même air de famille : c'est la même raideur des versants, le même contraste avec l'horizontalité du désert ; c'est aussi souvent le même glacis qui les entoure. Tel chicot insignifiant de l'Adjerar ou de l'Anahef, et telle cime ayant les proportions d'une montagne, sont aussi abrupts et pareillement ennoyés par le *reg* ou par le sable.

Je m'occuperai surtout, aujourd'hui, des reliefs constitués par des roches appartenant à la famille des granites. Il y a granite et granite. Le Tesnou est un excellent exemple de roches particulièrement résistantes à l'érosion dans un climat tempéré. C'est un petit massif en forme d'amande, atteignant l'altitude de 1795 mètres au-dessus de la mer, et offrant une hauteur relative de plus de 800 mètres, au-dessus du niveau moyen de la pénéplaine. Il est ceinturé au N. O., par d'autres granites plus anciens, très grossiers, et ailleurs par une auréole de schistes cristallins très divers, gneiss, amphibolites, quartzites, lames de mylonites, extrêmement plissés, et il est formé par un véritable granite, agrégat de cristaux également développés ; il est coloré par la biotite. On admet que les granites de l'Ahaggar sont précambriens ; ceux qui traversent le socle cristallin du Mouydir sont tranchés net au ras des grès inférieurs.

Un profil de la montagne permet de distinguer, de bas en haut, quatre zones successives : 1° Au pied, une plaine sablonneuse qui s'étend, au Nord et à l'Ouest, sur une distance considérable : trente kilomètres à



La Montagne d'In Eker.

l'Ouest, quatre-vingt kilomètres au Nord. Elle est beaucoup réduite du côté de l'Est ; son altitude moyenne est un peu supérieure à 900 mètres. Elle est formée par un mélange de sables de désagrégation et de sables fluviatiles et elle est traversée par des échines formées par une accumulation de boules. 2° Un glacis en pente douce, à profil convexe, qui

tranche les plis des schistes cristallins, et qui mord même sur le granite; il est peu étendu au nord du Tesnou, étant largement ennoyé par le sable. Ce glacis est souvent recouvert par un éboulis de gros blocs venus du haut; ces blocs sont en granite; la roche saine est généralement masquée par une croûte épaisse; on peut franchir l'éboulis en marchant directement sur le socle rocheux, et en contournant les blocs qui sont assez espacés. L'éboulis ne ressemble donc pas à un éboulis alpin. 3° Un escarpement très raide, haut d'environ 500 mètres, composé par une suite d'écailles de desquamation granitiques. 4° Une coupole sommitale, criblée de petites alvéoles.

Les alvéoles de la partie culminante ne sont pas dues à l'érosion éolienne, comme on pourrait être tenté de le croire au premier abord; ce sont des *taffoni,* dus à la décomposition de la roche lors d'un passé humide; le vent a simplement déblayé des creux à l'origine desquels il demeure étranger. Il subsiste parfois des fragments de croûte au fond des alvéoles.

Les grandes écailles de desquamation, d'une belle couleur rouge-violet, ont souvent plus de cent mètres de côté; elles ont une épaisseur considérable; elles s'effritent parfois et tombent, morceau par morceau. Leur formation n'a pas eu lieu dans le climat actuel, car elle a exigé les pluies abondantes d'un climat tropical. Emm. de Martonne et P. Birot ont démontré que, les pluies tropicales ayant imprégné la roche d'une manière à peu près égale, alors que les températures, toujours élevées, ne subissaient que de faibles variations, la profondeur de la décomposition chimique et de la desquamation avait dû être constante; les versants ont reculé parallèlement à eux-mêmes et leur raideur s'est maintenue. Ce recul est marqué ici par l'entaille du glacis dans le granite.

L'éboulis qui recouvre en partie le glacis est un phénomène assez ancien, puisque les blocs sont enveloppés par une croûte; cette croûte s'est formée après leur chute. Blackwelder a estimé que, dans la vallée du Nil, la formation d'un centimètre de croûte demandait cinq mille ans; or les blocs en question ont fréquemment dix centimètres de croûte. Sans doute, le site n'est pas le même, et il serait imprudent de vouloir dater ces blocs à l'aide d'une simple multiplication. Les observations de Blackwelder sont cependant suggestives.

Le glacis lui-même est un glacis rocheux, un glacis d'érosion, ce qu'on appelle en Amérique un *pediment,* et non un glacis alluvial analogue à ceux des plaines de *piedmont*. On explique en général la formation des glacis par l'érosion due aux matériaux entraînés par une nappe d'eau s'écoulant à la suite de pluies orageuses occasionnelles, ne trouvant pas de chenal où elles puissent se concentrer. Ce régime caractérise essentiellement les périodes semi-désertiques. H. Baulig a donné récemment une description et une excellente interprétation de ces faits, déjà étudiés par Mc Gee, par Davis et par Johnson.

Le Tehi-n-Akli n'a que 1.374 mètres d'altitude et il ne domine la pénéplaine que d'environ 400 mètres. Son glacis est bien développé; il s'étend, du côté de l'Ouest, sur une largeur de deux kilomètres et sur une hauteur de plus de cent mètres, et il est découpé par des rigoles encombrées de sable. Ces rigoles postérieures au façonnement du glacis, lui donnent parfois un faux aspect de collines. Le sommet, d'un beau granite pourpre, émerge d'une zone de magnifiques écailles. Un examen à la lunette ne m'a pas permis d'y voir des alvéoles de déflation.

La Montagne d'In Eker n'est pas une réplique absolument exacte du Tesnou. C'est une haute crête formée par un granite parfois quelque peu écrasé. Les schistes cristallins qui l'entourent, plissés et redressés, apparaissent sous l'aspect de mylonites, constituant une véritable zone qui sépare le Tefedest de l'Ahaggar occidental, et que M. Lelubre, qui l'a étudiée, a pu suivre jusqu'à In Amgel.

La Montagne d'In Eker s'élève jusqu'à 2.079 mètres; sa hauteur relative, au-dessus du plateau touareg, est de 1.000 mètres; cette grande différence de niveau s'explique facilement par la nature assez peu résistante des mylonites du pourtour. On trouve ici la succession des mêmes zones qu'au Tesnou, avec quelques différences cependant. La plaine sablonneuse où se trouve le *bordj* d'In Eker est parsemée de petites buttes stratifiées, analogues aux buttes à éthels d'In Salah, de l'Igharghar à l'aval de Fort Flatters, et des environs de Fort Polignac. La plaine d'In Eker a donc les caractères d'une plaine alluviale, et le sable provient de la démolition des buttes sous l'effet du climat actuel.

Le glacis, plus étendu qu'au Tesnou, ressemble à celui du Tehi-n-Akli; il se poursuit, du côté de l'Est, avec une régularité parfaite, sur

une longueur de douze kilomètres; je n'ai pas vu le versant ouest, mais d'après les levés au 200.000e le glacis serait de ce côté encore plus développé. La couleur verdâtre des schistes cristallins tranche nettement avec la teinte vive de l'édifice sommital.

Les paysages d'archipels des pénéplaines cristallines sont dus le plus souvent à la saillie des quartzites; on y observe quelquefois un glacis, mais ce glacis, dans bien des cas, est submergé par le sable. On n'aperçoit à la surface de la roche que des cupules de percussion éolienne. Entre Meniet et le Tesnou, dans la plaine de l'Adjerar, les pointements sont granitiques, mais le granite, décomposé en boules, est presque toujours nivelé à la surface du plateau, dont l'horizontalité est presque absolue. L'évolution paraît être la suivante : en période semi-désertique l'érosion de *sheet flood* dégage des chicots de granite frais; la décomposition chimique les attaque alors et les détruit.

Les *Inselberg,* et les massifs isolés, en forme d'amande, qui leur ressemblent à bien des points de vue, ne se rencontrent pas qu'au Sahara; on les voit dans toutes les régions du globe qui ont subi des alternatives de sécheresse désertique et d'humidité. Au climat proprement désertique peuvent être attribués la désagrégation des alluvions, leur dispersion, l'ennoyage des reliefs mineurs par le sable, les cupules de percussion éolienne qui ne se voient plus dès qu'on dépasse une hauteur de quelques mètres au-dessus de la surface horizontale du plateau. Le façonnement des glacis, leur usure par des laves torrentielles, chargées de débris, consécutives à des averses rares et foudroyantes, paraît surtout l'œuvre de l'érosion semi-désertique. C'est encore l'érosion semi-désertique qui, en élargissant les glacis, a produit l'isolement des bosses de quartzites. La desquamation des versants, qui atteint profondément des massifs importants, a exigé les pluies abondantes et régulières d'une période tropicale.

Ce qui reste à expliquer, c'est l'isolement des grands massifs, et le dégagement des roches de profondeur, comme le granite du Tesnou, sur une hauteur de 800 mètres. Le cas du Tesnou n'est pas tout à fait le même que celui de la Montagne d'In Eker, environnée par des roches écrasées qui n'ont jamais dû posséder une grande résistance à l'érosion sous les climats les plus variés, tandis que la ceinture du

Tesnou, sur les deux tiers du pourtour, est formée par des matériaux solides; les mylonites y sont l'exception.

Dans un climat plus tempéré, il n'y aurait pas de difficulté : le granite est plus dur que les schistes cristallins. L'érosion semi-désertique ne suffit pas pour interpréter un pareil dégagement, puisque le granite se décompose dès qu'il est mis à jour. Il en est de même, à plus forte raison, dans un climat tropical; le granite devient alors une roche tendre! Lorsqu'on suit, au nord de Tamanrasset, le fond des vallées assez récentes de l'Attaqor, un escarpement marque presque toujours le contact des schistes cristallins et du granite; dans ce cas, le granite est enfoncé, d'environ un mètre, par rapport aux schistes cristallins; cela se voit en bien des endroits, notamment à l'amont des gorges de Takecherouet, à vingt kilomètres au Nord-Est de Tamanrasset. Or, au Tesnou on sait dans quelles proportions le granite surplombe les schistes cristallins. Faut-il conclure que l'isolement de certains îlots granitiques de l'Ahaggar n'aurait pu se faire qu'au cours d'une phase de climat tempéré?

Si cette vue est bien exacte, il faudrait reporter cette phase dans un passé géologique assez lointain. Le témoin cénomanien d'Amguid, signalé par C. Kilian, repose directement sur les roches anciennes, en contre-bas de la falaise des Tassilis; il démontre, par sa présence, que la topographie actuelle de l'Ahaggar est, en partie, une topographie fossile exhumée.

Elle n'est pas uniquement cela; d'une part, nous ne savons pas jusqu'où la mer cénomanienne a pénétré dans les vallées de l'Ahaggar; je l'ai dit en 1935 et ce point de vue a été repris, et développé, par M. Lelubre et par R. Furon. En outre, le grand massif central saharien a subi l'effet de mouvements post-crétacés; ils ont coïncidé avec des phases humides et avec des réveils de l'activité torrentielle; le réseau des petites vallées de l'Attaqor entame des coulées tertiaires. Mais ces vallées sont peu profondes; ce sont des accidents minimes. Il semble bien que le décapage du cristallin, que l'ébauche des vallées principales, que le dégagement des masses montagneuses soient des phénomènes beaucoup plus anciens. L'isolement du Tesnou et des sommets analogues aurait commencé avant le Crétacé supérieur; il se serait accentué

par le développement des plates-formes environnantes, au cours des phases qui ont suivi.

Une objection cependant peut être faite, et il convient de ne pas en sous-estimer l'importance : dans le Sahara occidental et central, les dépôts infra-crétacés sont tous des dépôts de lagunes chaudes. Faudrait-il reculer encore la période qui nous intéresse? On ne peut qu'hésiter devant une telle hypothèse. Aussi est-ce simplement un problème que je pose aujourd'hui, et non une solution que j'entends apporter.

Signalons cependant qu'au Maroc, selon J. Bourcart, les nombreux *monadnocks* granitiques des Rehamna, en partie fossilisés par des dépôts autumiens, dégagés par l'érosion, puis enfouis à nouveau au Cénomanien et ressuscités une dernière fois, constitueraient, tels qu'ils apparaissent aujourd'hui, un paysage plus ou moins hercynien.

En ce qui concerne le Sahara, mes observations personnelles ne me permettent pas encore d'apporter de telles précisions; toutefois, il demeure probable que les îlots granitiques de l'Ahaggar, dont les formes abruptes pourraient être regardées comme une preuve de jeunesse par ceux qui n'ont pas l'expérience du désert, auraient une origine ancienne.

ESSAI D'UNE DÉFINITION DU PRÉSAHARA MAROCAIN

PAR

FERNAND JOLY

Les problèmes de limites sont probablement parmi les plus épineux de ceux que pose la géographie. Ils n'en sont pas moins fondamentaux, aussi bien pour satisfaire les exigences de classement de l'esprit humain que pour contribuer à définir l'originalité d'une région.

Parmi ces problèmes, celui du contact de la zone méditerranéenne et du désert a souvent été soulevé, et plus particulièrement à propos de l'Afrique du Nord [1].

Les Algériens distinguent dans leur pays le *Tell* du *Sahara,* et ce sont là surtout des termes d'exploitation rurale qui opposent le pays des cultures sèches possibles au pays pastoral et des cultures obligatoirement irriguées. En Algérie orientale et en Tunisie, l'opposition est beaucoup moins nette, et on doit intercaler une région steppique intermédiaire qui s'épanouit dans le *Sahel.*

Au Maroc, le terme de « tell» est inconnu et le pays des cultures irriguées, le *bled seguia,* déborde sur toute la montagne et même sur une partie des plaines atlantiques. Pour les Marocains, le « Sahara» commence au bord sud de l'Atlas où toute une frange de territoires, steppiques ou désertiques, vit plus ou moins sous l'influence de la

[1] Cf. A. Bernard, *Afrique septentrionale et occidentale,* in *Géographie Universelle,* t. XI, Paris, A. Colin, 1937-1939. Plus récemment, J. Despois, *L'Afrique du Nord,* Paris, Presses Univ., 1949, a consacré à ces questions un chapitre important. On trouvera également dans ce volume les éléments de la bibliographie du sujet.

montagne. A cette frange, on donne parfois le nom de Présahara marocain, ou Maroc présaharien. Je voudrais essayer d'en préciser les traits.

I. LE CLIMAT ET LES LIMITES CLIMATIQUES.

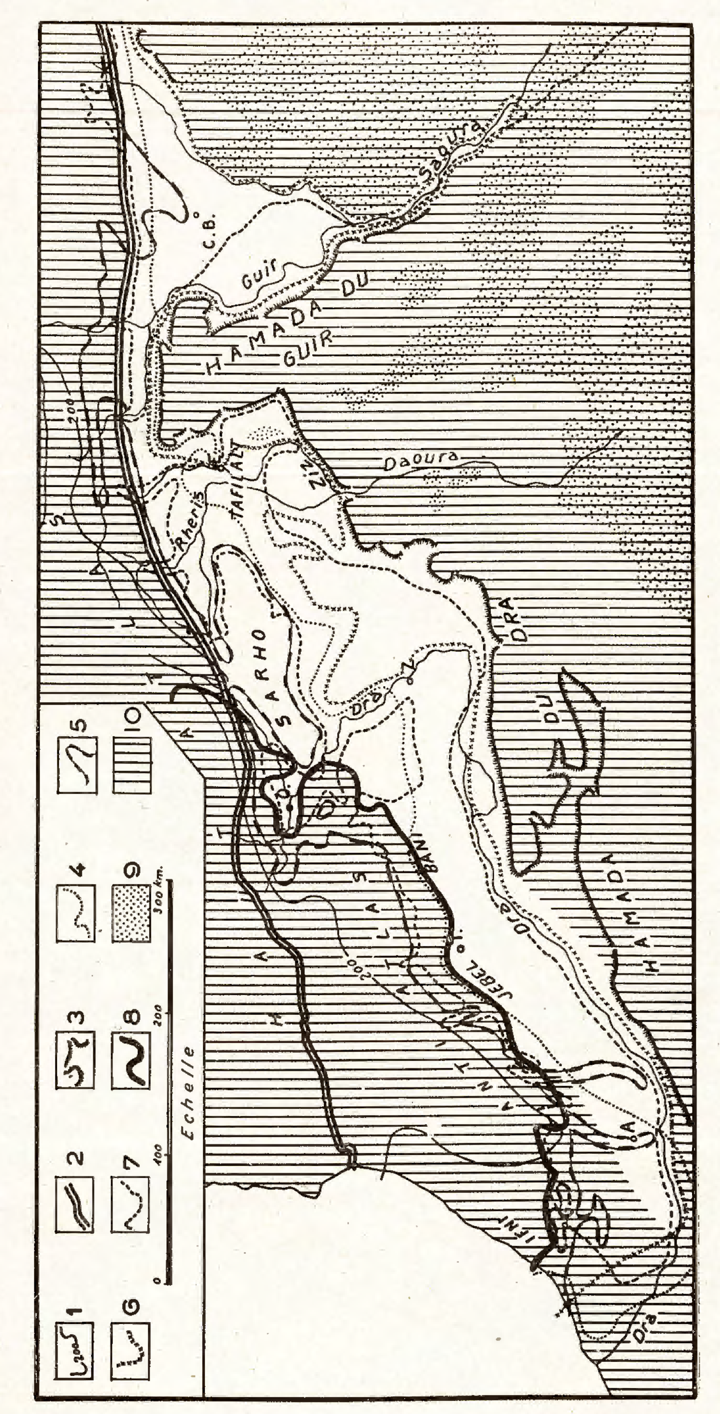
On pourrait envisager de faire du Présahara marocain une région climatique, un peu à la manière du Midi méditerranéen français. Son climat se distingue nettement, en effet, de celui du reste du Maroc. Il se rapproche, cependant, de celui du Maroc oriental, lequel n'est autre chose que le climat de l'Oranie.

La sécheresse est le caractère dominant du climat du sud marocain. Le total des précipitations est infime et à peu près partout inférieur à 200 mm. Des reliefs tels que le Sarho (2.600 m.) arrivent à peine à hausser le total au niveau des 300 mm., et il faut aller dans l'Anti-Atlas occidental pour trouver des valeurs dépassant les 400 mm. La neige, sans être totalement inconnue, ne tombe pratiquement jamais en dehors des montagnes et, surtout, ne se maintient pas.

Les précipitations sont très irrégulières mais, semble-t-il, de régime méditerranéen. Elles se produisent normalement entre le début de février et la fin d'avril, et entre le début d'octobre et la fin de décembre. Pourtant aucune année, à cet égard, ne ressemble à la précédente, et les exceptions sont nombreuses.

La chute de l'eau est souvent brutale et n'excède que rarement la journée. Mais aux courtes averses de type orageux, il convient d'opposer de longues pluies cycloniques qui rappellent les crachins atlantiques. Le nombre de jours de pluie est très restreint, mais il n'est à peu près jamais, quoi qu'on en pense parfois, absolument nul. Dans l'ensemble il pleut tous les ans; plus ou moins; mais il pleut.

Les écarts de température sont sensibles. Il arrive que plus de 20° séparent la moyenne du mois le plus froid de celle du mois le plus chaud (ex : Boudenib, janvier, 8° 6; juillet, 31° 5). Entre le jour et la nuit, des différences de 15 à 20° ne sont pas rares, surtout aux demi-saisons. Ces écarts s'atténuent d'ailleurs vers l'Ouest, avec le voisinage de



LIMITES CARACTÉRISTIQUES DU PRÉSAHARA MAROCAIN.

1 : Isohyète de 200 mm. - 2 : Grand accident sud-atlasien. - 3 : Kreb. - 4 : Limite nord approximative des dunes. - 5 : Limite nord de l'étage de végétation méditerranéen-saharien. - 6 : Limite sud de l'utilisation agricole des eaux de crue non sahariennes. - 7 : Limite des palmeraies régulièrement productrices de dattes comestibles. - 8 : Limite sud du monde Chleuh. - 9 : Erg. - 10 : Régions non présahariennes.

l'océan. Cependant, les observations sont trop dispersées et trop peu suivies pour permettre une étude rigoureuse des régimes thermiques. Elles rendent difficiles, entre autres, les appréciations de l'indice d'aridité.

Que l'air soit sec est néanmoins un fait : les lèvres gercent, le tabac tombe en poussière dans la poche, la moindre étendue d'eau disparaît rapidement, les limons argileux s'accidentent très vite de profondes fentes de dessiccation.

Peut-on trouver à ces caractères des limites valables?

L'isohyète 200 mm., à laquelle on attribue communément une valeur de discrimination, enveloppe bien tout ce qu'il convient de ranger dans le Présahara marocain. Mais elle le déborde largement. Ainsi à l'Ouest, où elle pousse une pointe le long de la côte en direction d'Agadir; ainsi surtout à l'Est, où elle enferme une grande partie du Haut Atlas oriental, toute la vallée de la Moulouya et les hautes plaines algéro-marocaines. On constate, de plus, une rapide diminution de la pluviométrie vers le Sud.

La durée de l'enneigement, le nombre et la fréquence des vents de sable pourraient peut-être fournir une limite septentrionale ou, en tout cas, matière pour des bornages de détail. Mais on n'en peut à peu près rien conclure, faute de renseignements.

De même, le nombre de jours de pluie rendrait des services vers le Sud si l'on admettait que la région proprement saharienne commence lorsqu'il peut exister plus d'une année sans pluie. Mais les stations manquent. Et n'y a-t-il pas d'ailleurs des régions proprement sahariennes où il pleut tous les ans?

On sait aussi que les précipitations les plus abondantes du Présahara marocain sont liées ordinairement à une invasion d'air polaire qui contourne l'Atlas par le Sud-Ouest. Mais à ce type de temps se rattachent aussi des précipitations dans le Maroc oriental.

En définitive, l'originalité d'un climat présaharien est contestable. On remarque seulement un retrait vers le Sud des conditions prédésertiques dans l'Ouest, et leur étalement vers le Nord-Est dans l'Est. A elles seules, les données climatiques paraissent être un critère insuffisant pour une bonne définition du Présahara marocain.

2. LE RELIEF DU SOL ET LES LIMITES MORPHOLOGIQUES.

Un géologue serait beaucoup moins embarrassé. Il existe en effet une limite structurale bien nette, le « grand accident sud-atlasien », qui souligne d'Agadir à Figuig le bord sud du Haut Atlas. Au nord de cet accident, c'est le domaine atlasique; au sud commence l'Afrique des géologues, dont le Sahara n'est qu'un morceau [1].

Au Maroc, l'essentiel de ce domaine méridional est constitué par le pli de fond de l'Anti-Atlas qui commence sur l'Atlantique et se poursuit, au delà du Dra, par le Sarho et l'Ougnat. L'Anti-Atlas est relié au Haut Atlas par le bloc soulevé et volcanique du Siroua, mais il en est partout ailleurs séparé par une zone synclinale, le « sillon préafricain », qui forme à l'Ouest le Sous et à l'Est un long couloir au pied de la montagne. Au Sud, l'Anti-Atlas est flanqué par toute une série de reliefs appalachiens monoclinaux, tantôt rigides comme le Bani et l'Ouarkziz, tantôt ployés autour de cuvettes ou de dômes comme ceux qui accidentent la région comprise entre le Dra et le Ziz.

Plus au Sud et à l'Est, le socle ancien disparaît sous une couverture sédimentaire secondaire et tertiaire. Alors commence le domaine des grandes hamada, crétacées (Kem-kem) ou ponticopliocènes (Hamada du Guir, de la Daoura et du Dra). La limite des hamada et du socle ancien est soulignée par un abrupt topographique important, comprenant une corniche calcaire au-dessus d'un talus gréseux. A cet abrupt, on donne le nom de *kreb*.

Le kreb sépare deux mondes tout à fait différents. Quand, en le franchissant, on laisse derrière soi les contrées découpées et parfois très humanisées du Nord, on est saisi par l'immensité des horizons, par le vide du paysage, et par l'absence apparente de vie humaine. Il paraît

[1] On verra à ce sujet R. Furon, *Géologie de l'Afrique,* Paris, Payot, 1950, et G. Choubert, *Aperçu de la géologie marocaine,* in Rev. de Géogr. maroc., 1946, n° 2-3, p. 59-77, 1 fig. et 1 carte h. t.

légitime d'en faire, topographiquement, la limite nord du Sahara, et donc la limite sud du Présahara marocain.

La ligne du kreb est d'ailleurs légèrement au sud d'une limite morphologique fondamentale du désert : celle des manifestations dunaires.

En avant du kreb, les grandes dunes sont rares. La seule exception notable est réalisée par l'Erg Chebbi. Entre Erfoud et Taouz, sur la rive gauche du Ziz et pas très loin du kreb, ce petit erg atteint 20 km. de long sur 5 à 6 de large, avec des dunes de plus de 50 m. de haut. Partout ailleurs, on observe seulement des placages de dunes basses, quelques chaînes de barkhanes dans des couloirs bien balayés par le vent, et surtout des accumulations sur les versants à l'abri du vent. Mais la limite nord de ces phénomènes est toute proche : elle joint Erfoud au bas Dra en suivant grossièrement le Bani. Par contre, tous les grands erg marocains sont en arrière du kreb, où ils s'intègrent à l'ample système dunaire du Sahara occidental.

La limite septentrionale du versant saharien de l'hydrographie marocaine n'apporte rien à une définition du Présahara marocain parce qu'elle englobe une grande partie de la montagne non saharienne. La limite entre l'endoréisme et l'écoulement vers la mer non plus, parce qu'elle isole tout le bassin du Dra, incontestablement présaharien.

On pourrait encore songer à ces formes du relief semi-aride que sont les glacis et les plaines d'érosion [1]. En fait, dans le présent, ces glacis ne paraissent plus qu'exceptionnellement et irrégulièrement fonctionnels. Ce sont des formes en partie fossiles ou subfossiles. Et comme dans le passé les variations du climat les ont étendues sur des régions qui sont maintenant franchement sahariennes ou, au contraire, ne le sont plus, elles n'ont aucune valeur comme critère de limite.

Il reste tout de même que la géologie propose une limite septentrionale avec le « grand accident sud-atlasien », et la morphologie une limite méridionale avec le kreb.

---

[1] Cf. F. Joly, *Pediments et glacis d'érosion dans le Sud-Est du Maroc*, C. R. du Congr. Intern. de Géogr. de Lisbonne, 1949, t. II, p. 110-125, 3 fig., 4 pl. ph. et carte.

L'usage que l'homme fait de la végétation et de l'eau peut encore permettre de serrer de plus près la question.

3. LA VÉGÉTATION ET LES PÂTURAGES.

LES NOMADES.

L. Emberger a défini naguère un étage de végétation « méditerranéen-saharien » qu'il distingue d'un étage « méditerranéen - aride ». La distinction peut paraître utile dans la région considérée, où se fait précisément le contact. Au premier correspond une végétation qui, floristiquement, comprend de nombreuses espèces sahariennes. C'est bien là, justement, un des caractères évidents de la végétation présaharienne qui renferme, au surplus, des espèces du second.

Sur la carte qui accompagne son mémoire [1], L. Emberger a ainsi isolé une zone de « végétation désertique à flore saharienne » dont la limite septentrionale est très voisine de celle qu'on peut convenir de donner au Présahara marocain.

Cette limite laisse en dehors la plus grande partie de l'Anti-Atlas occidental. Dans ces régions, elle n'est pas loin de coïncider avec la limite nord des acacias sahariens : *A. Raddiana* et *A. Seyal*. Elle s'étend cependant jusqu'à la côte où ces acacias disparaissent et où tout un cortège de plantes océaniques, en particulier *Euphorbia echinus*, annonce le voisinage de la mer. Elle vient ensuite coller au flanc sud du Haut Atlas, mais n'englobe pas le Sarho que couronnent des genévriers. Elle s'insère, au contraire, dans les plaines intérieures du Haut Atlas oriental mais reste au sud du Tamlelt et de l'Atlas saharien où la terminaison des grandes nappes d'alfa (*Stipa tenacissima*) marque la frontière méridionale du Maroc oriental.

Les caractères de la végétation « méditerranéenne-saharienne » persistent très loin vers le Sud et ne permettent guère de borner le Présahara dans cette direction. Tout au plus, le fameux « champignon de

---

[1] L. Emberger, *Aperçu général sur la végétation du Maroc*, Mém. hors série de la Soc. des Sc. Nat. du Maroc, 1938, av. I carte h. t.

Bou Amama» (*Anabasis aretioïdes*), particulièrement abondant sur les grandes hamada, permettrait-il de souligner, et encore localement, la limite topographique fournie par le kreb.

Lorsque des espèces comestibles pour le bétail se rassemblent en nappes relativement denses, on parle de pâturages. On peut en distinguer plusieurs catégories.

Il suffira de mentionner ici les pâturages des pentes caillouteuses des jebel, et ceux des surfaces alluviales, lits d'oueds et zones d'épandage. Les premiers offrent des plantes variées, aussi utiles pour le chameau que pour le petit bétail; l'abondance des espèces vivaces y assure en tout temps une nourriture permanente, mais de qualité variable selon les saisons; l'étagement en altitude, notamment sur les pentes du Sarho, permet d'envisager des migrations complémentaires. Les seconds, en dehors de la période de l'*acheb* (floraison des plantes annuelles), sont en général moins variés et moins recherchés; ils conviennent surtout aux chameaux, qui se contentent de leurs espèces ligneuses et plus ou moins salées auxquelles se mêlent parfois des plantes des sables, accrochées aux petites dunes.

L'exploitation des pâturages est le fait des grands pasteurs nomades qui y poussent leurs troupeaux de chameaux, de chèvres et de moutons.

Le groupe le plus important est celui des Berbères sanhaja Aït Âtta qui, progressant du Sud au cours de l'histoire, se meuvent maintenant dans tout le pays entre Dra et Ziz, avec pour bastion le Sarho [1]. Leurs déplacements sont d'ailleurs d'amplitude très réduite. Ils s'arrogeaient autrefois la protection des oasis et beaucoup ont du reste des intérêts dans les ksour. Ils débordent au Sud sur la zone proprement saharienne des Kem-kem dont les Aït Khebbache ne sortent qu'à peine [2], et au Nord sur la zone atlasique où ils possèdent des pâturages d'altitude, notamment dans la région du Mgoun, et où certains se sont même fixés [3].

[1] Cf. G. Spillmann, *Les Aït Atta du Sahara et la pacification du Haut Dra,* Rabat, 1936, Publ. de l'Inst. des Hautes Ét. Maroc., n° 29.

[2] Cf. F. Joly, *Les Aït Khebbache de Taouz, étude géographique,* Trav. de l'Inst. de Rech. Sahar., t. VII, 1951, p. 129-159, av. 3 cartes.

[3] Cf. J. Dresch, *Dans le Grand Atlas calcaire : notes de géographie physique et humaine,* Bull. de l'A. G. F., 1949, p. 56-63, 2 cartes.

Un autre groupe est constitué, à l'Ouest, par les chameliers du bas Dra, et plus spécialement les Tekna [1]. Enfin, à l'Est, circulent les Aït Bourk, qui gravissent la hamada du Guir où ils rejoignent les Doui Menia d'Algérie.

Ainsi, les aires de déplacement de ces éleveurs ne sauraient être confondues avec le Présahara marocain qu'elles transgressent en grande partie. Un fait, cependant, mérite de retenir l'attention : c'est que l'Anti-Atlas occidental échappe totalement au domaine du nomadisme pastoral.

4. L'ALIMENTATION EN EAU ET L'USAGE DE L'EAU. LA VIE SÉDENTAIRE.

Un caractère bien connu du Présahara marocain, et qu'il possède en commun avec le Sahara, est la rareté de l'eau, au moins en surface. Les pluies provoquent des écoulements abondants, mais rapides et discontinus : aucune rivière n'est permanente, ni aucune nappe d'eau superficielle. Il faut donc compter sur les crues, ou sur les puits.

Dans le Maroc présaharien, on peut considérer au moins deux types de crues. Les unes, locales, sont provoquées par de fortes précipitations aux environs du point considéré. Elles sont souvent brutales, mais éphémères si de nouvelles averses ne viennent pas les soutenir. Les autres, lointaines, proviennent de précipitations plus en amont, sur le bassin versant montagneux des grands oueds. Elles sont annoncées, attendues, et relativement plus lentes. L'effet est bien entendu maximum lorsque les circonstances amènent la superposition d'une crue locale à une crue lointaine.

Pour atteindre les nappes profondes, il faut creuser des puits coûteux et dans des conditions bien des fois délicates. Tirer l'eau exige un appareillage de *delou* (outres de cuir) et de cordes, ou plus rarement

[1] Cf. V. Monteil, *Notes sur les Tekna,* Paris, Larose, 1948, Notes et Doc. de l'Inst. des Hautes Ét. Maroc., n° 3.

de balanciers, et surtout une main-d'œuvre abondante, humaine et animale. En certaines régions, notamment sur le Rheris, on a recours au système des *rhettara,* galeries souterraines qui s'enfoncent en pente douce sous la surface du sol jusqu'au contact de la nappe d'eau, et dont la construction et l'entretien sont des plus difficiles.

Cette eau rare fait pourtant vivre tout un peuple d'agriculteurs sédentaires, concentrés dans les oasis. Certaines de ces oasis s'échelonnent le long des oueds. D'autres se tapissent auprès des sources ou au débouché des torrents montagnards. Au premier type appartiennent les grandes oasis du Dra (Mesguita, Tisserga, Tinzoulin, Ternata, Fezouata, Ktaoua, Mhamid), du Rheris et du Ziz (Rheris, Tilouin, Touroug, Fezna, Jorf; Kheneg, Medarha, Rteb, Tizimi, Tafilalt). Au second se rattachent toutes celles du bord de la montagne, et particulièrement celles des trouées, ou *foum,* du Bani.

Là s'entasse une humanité misérable et tenace, à l'abri des murailles des *ksour*. Son occupation essentielle est la culture irriguée du palmier-dattier, et, subsidiairement, d'autres arbres fruitiers, des céréales et des légumes. Tout un réseau de seguia conduit l'eau des crues dans les champs, et les puits très nombreux fournissent l'indispensable complément.

Là où les crues ne parviennent qu'irrégulièrement, tout espoir n'est pas encore perdu pour la culture. Les divagations des oueds sur leurs cônes de déjection et l'inondation des grands épandages permettent en effet de mettre en valeur, par intermittence, les vastes surfaces limoneuses des *maïder*. A ce travail s'emploient non seulement les ksouriens mais encore et surtout les nomades. Tels sont les «mader» du bas Ziz et du bas Rheris; tels sont aussi les «mader» du bas Dra, entre l'Iriqi et la mer.

Toute cette activité agricole est bien différente de celle du reste du Maroc, mais bien proche de celle du Sahara, sinon même identique. Pourtant, un élément original réside dans l'utilisation plus ou moins régulière d'eaux échappées de la montagne non saharienne. Il n'y a plus de présahara lorsque ces eaux lointaines ne sont plus captées pour l'agriculture, et lorsque la totalité de l'eau utilisée est demandée aux puits.

5. LES LIMITES DE CULTURES.
LES LIMITES ETHNIQUES ET ETHNOGRAPHIQUES.

On attribue volontiers une grande signification aux limites de cultures. Mais il convient d'être prudent. Telle plante cultivée a la réputation de refléter telles conditions naturelles. En réalité, elle reflète bien davantage tel genre de civilisation, telle organisation de la vie paysanne. Et elle peut dépasser les cadres fournis par les conditions naturelles, car les artifices de l'homme pour forcer la nature et étendre les espèces utiles bien au delà de leurs aires propres sont considérables. Aussi bien, les limites des types de cultures ont-elles généralement plus de valeur géographique que les limites d'espèces cultivées.

C'est ainsi qu'on attache une importance extrême au palmier-dattier. Cet arbre est en effet presque totalement confiné dans les régions présahariennes et sahariennes. Mais on le trouve aussi plus au Nord, où il n'est pas assuré d'amener ses fruits à maturité. La véritable limite significative est celle des régions où le palmier-dattier, régulièrement fécondé, donne des fruits comestibles et joue un rôle prépondérant dans la vie rurale sédentaire. Au Maroc, cette limite longe au Nord le flanc méridional de l'Anti-Atlas et du Haut-Atlas dans les vallées desquels elle pénètre, et, au Sud, le kreb des hamada [1]. Elle coïncide à peu près exactement avec celle du Présahara marocain.

On pourrait de même chercher à donner un sens à la limite méridionale de l'olivier. Mais sa valeur est moins bonne ici qu'en Tunisie, où les olivettes en terre sèche viennent confiner au désert. Au Maroc, l'irrigation repousse l'olivier très au Sud, où il figure souvent comme arbre complémentaire dans les grandes palmeraies.

L'intervention de l'homme dans le modelé d'ensemble du paysage rural apporte au contraire des données précieuses.

La masse de la population du Maroc méridional est formée de Berbères,

[1] Cf. F. JOLY, *Sur la répartition du palmier-dattier au Maroc,* Trav. de l'Inst. de Rech. Sahar., t. V, 1948, p. 203-212, av. 2 cartes.

répartis en deux groupes : les Chleuh et les Beraber ou Sanhaja. Des Arabes, venus de l'Est, se sont soit installés en petit nombre dans les oasis, soit imposés comme caste guerrière et souveraine dans les tribus « maures » nomades des grandes hamada. Sur les terres de cultures peinent les ksouriens, Haratin et Draoua, mélange de races fortement teinté de sang noir. Beaucoup de ksour ont en outre un mellah, ou communauté israélite.

Dans les oasis, l'enchevêtrement est tel que les limites ethniques sont à peu près impossibles à tracer. Elles n'offrent d'ailleurs qu'un intérêt géographique restreint. De même, les confins entre nomades berbères et nomades arabes ou maures ont peu de signification, car les intérêts s'entremêlent. Ainsi, selon les années, Aït Âtta ou Tekna vont en pays regueïbi, ou inversement. Par contre, la frontière du monde chleuh est un fait capital et qui mériterait une étude de détail.

Cette limite n'est pas une vue de l'esprit. Elle est réelle, tangible : les habitants font bien la distinction. Elle sépare deux modes différents d'occupation du sol : le type montagnard méditerranéen et le type saharien.

Le type montagnard méditerranéen est caractérisé par l'alliance permanente de la culture d'un arbre, qui peut être l'arganier, l'amandier, le palmier ou plus rarement l'olivier, et de la culture irriguée d'une céréale, qui est ordinairement l'orge, et parfois le maïs. Ces cultures se pratiquent sur des terres exiguës, étagées en terrasses sur les pentes. Elles admettent localement quelques façons en terres sèches (*bour*). Les Chleuh de la montagne habitent des villages ouverts, souvent encore dominés par l'antique grenier collectif (*agadir*). Ceux des vallées méridionales s'enferment dans des ksour.

Le type saharien est beaucoup plus varié. Maures, Arabes ou Beraber, pasteurs nomades et protecteurs des palmeraies, campent sous la tente, qu'ils suivent leurs troupeaux ou surveillent leurs champs. Ils ont bien quelquefois une maison au ksar, mais ils ne consentent que depuis peu à cultiver eux-mêmes, en palmeraie ou sur un maïder. Les ksouriens, entassés dans leurs villages fortifiés, soignent les palmiers et entretiennent les jardins. La culture saharienne ne manque pas d'espace. Elle n'est limitée que par les possibilités d'adduction d'eau. Elle est

essentiellement au service de l'arbre ; la céréale n'est qu'un jeu de loterie ; et, hors des maïder, les bour sont inconnus.

Entre ces deux ensembles, il existe une barrière à laquelle il faut bien borner le Présahara marocain. Cette limite commence sur le haut Dra, atteint le Bani à l'Est d'Agadir Tissint, le suit, puis touche la mer au Sud de l'enclave d'Ifni. Dans le groupe montagnard se rangent le Haut-Atlas occidental et central, et l'Anti-Atlas occidental. Le Sarho, montagne pastorale, appartient au groupe saharien. Le domaine présaharien, de ce point de vue encore, est, dans l'Ouest, considérablement rejeté vers le Sud.

CONCLUSION

Au delà de l'Atlas commence un monde nouveau. Les pentes raides et décharnées des jebel, l'immensité vide des plateaux et des plaines, les ondulations fauves des dunes déconcertent l'œil habitué aux teintes nuancées de la montagne, aux brumes de l'océan et même aux contrastes violents de l'été méditerranéen.

L'impression dominante est celle de l'aridité. La végétation se dilue sur les versants aux formes rugueuses et squelettiques. Les hommes peinent partout sur les margelles des puits. Pas un courant dans les lits d'oueds. Et, le soir, plane sur la campagne le silence pesant des pays sans eau.

Et pourtant, ce n'est pas encore le véritable désert. Trop de liens rattachent cette zone étroite à la montagne non saharienne voisine. Ce n'est que le Présahara marocain.

Sur la carte (fig. 1), j'ai tenté de figurer simultanément les principales limites, physiques ou humaines, qui permettent d'en déterminer l'extension.

Vers le nord-est, de l'Algérie au Dadès, on peut fixer la frontière au *grand accident sud-atlasien*. C'est un trait physique important, bien visible dans le paysage, et sur lequel se moulent à peu près les limites nord des palmeraies et de l'étage de végétation méditerranéen-saharien.

Au Nord-Ouest, le long du Haut-Atlas central et de l'Anti-Atlas, la meilleure limite est incontestablement *celle du monde Chleuh*. A partir

de Foum Zguid, elle se confond pratiquement avec le *Jebel Bani,* que souligne le front nord des manifestations dunaires. Le problème est plus complexe dans l'Ouest. Malgré les palmeraies, d'ailleurs maigres et dispersées, malgré les Tekna nomades et cultivateurs de mader, on peut hésiter à faire des régions de Goulimine, de l'oued Noun et du bas Dra une région présaharienne. L'approche de la mer introduit là un élément nouveau, un paysage différent qu'il convient de ranger sous une autre étiquette— celle de Présahara atlantique, par exemple — et qui s'étend sans doute sur une grande partie du Maroc méridional espagnol. C'est pourquoi j'ai arrêté le Présahara marocain proprement dit à la *limite orientale de l'Euphorbia echinus,* facilement reconnaissable, et élément floristique important de la végétation océanique.

Au Sud, le Présahara est borné par la *limite méridionale de l'utilisation agricole des eaux de crue non sahariennes.* Ceci amène à y englober, en Algérie occidentale, la « rue de palmiers » de la Saoura jusqu'au Foum el Kheneg. En territoire marocain, on peut convenir, pour plus de simplicité, d'utiliser la *ligne du kreb.*

Au delà du kreb, vers le Sud, commence une région autonome, indépendante de la montagne non saharienne, originale, une unité nouvelle. C'est le front nord d'un ensemble infiniment plus vaste. Alors seulement, on peut parler de Sahara.

PROTECTION
AGAINST WIND BLOWN SAND

BY

ALI SHAFEI

Desert reclamation projects to aid in the fight against insufficient food are now in the lime-light and as every body knows we cannot cope with the problem of developing Arid Zones without carrying water to it. The desert problem is a water problem, and the conveyance of water in the desert meets with the drift sand menace. Wind-born sand is the scourge of cultivation at the edge of the desert and to irrigation and drainage channels, for it chokes them. The object of this note is to describe means of protecting them from being filled with sand.

The problem has not been definitely solved in dry Arid Zones, where rain-fall is below (150) millimetres per annum such as the Egyptian deserts of the Mediterranean littoral not to mention the practically rainless inland deserts.

The menace is very acute in many places and demands a quick remedy especially at Genah Oasis, the Rayyah el Behera Canal, the Suez fresh water Canal and numerous other canals and drains and villages.

Some work has been carried out (at great expense) on the Suez Maritime Canal and the Port-Said fresh water Canal, yet the authorities there complain of drift sand.

The affected zones generally in the direction of the prevailing wind, which in Egypt is the N. W. and having stretches of dry desert sand devoid of grass or shrubs to the windward, are protected by two patches of trees. Casuarina (French-filau) to a width of say 10 metres then an open area forty metres wide followed by eucalyptus trees twenty metres wide seem to have given the best results.

The practice of planting the eucalyptus and casuarina trees together has been proved to be wrong for the former have strong branching roots that kill the casuarina trees.

To ensure the proper irrigation of the trees I have seen that they have installed hydraulic rams on the casuarina belts on the Suez Maritime Canal, and an undershot wheel coupled to a force pump feeding a pipe line of cement asbestos on the fresh water canal.

Near salt marches where the water table is less than one and a half metre deep, these trees cease to grow and other methods must be practiced.

Schrubs of dwarf acacia and other kinds have been tried in the Bosseili sand dunes near the sea, and promise to be successful. Much depends on the official in charge of the plantations. If he is interested in his work and encouraged he could turn the big areas of sand dunes to green land. The following trees have been found successful in this zone : —Tamarix (gallica, articulata, and tetragyna). Acacia (saligna, cyclops and ceyal).

During a visit to Farafra Oasis I noticed a dwarf acacia called « Shalshelaw» growing in the desert where subsoil water was not less than 4 metres deep. It is a chrub seldom higher than two feet and is eaten by camels. It serves as a good protection against sand erosion in Arip Zones with scanty water supply and a deep water table. The trees which thrive in such zones in my opinion are the acacia articulata (Ethl) zizyphas (nabk) talh, and eucalyptus. I have seen in the Assiout desert north of Mankabad a nabk tree growing with a deep pit six metres near it and the bottom of it bone dry, but the tree was in flower and teeming with humming bees. In Sinai, we had a nursery of eucalyptus trees only one year old, and left without water for one year, but the trees were in a healthy condition. I think the growth of such trees in hot Arid Zones with a water table 5 to 7 metres below ground level will give excellent results as barriers against blown sand. All that is wanted is a concientious hard working official in charge of the work.

The Kharga Oasis especially at Genah is suffering from this scourge and an attempt at defence is resorted to by the inhabitants to protect their wells from being smothered by the sand. A V shaped mud wall about two metres high is built on the windward of a well.

These walls are provided with vents to serve as means of checking the wind velocity and prevention of eddies, and the sand is blown away from the well.

The Gharbia-Main drain passes through a sand dune zone in its tail reach near the Mediterranean sea. The storm beach of the sea was supplying a continuous stream of sand carried by the prevailing north-west wind and deposited it in the channel. Part of this sand is carried by the current in the drain, but a good deal was left behind.

In order to protect this channel and save the dredging expenses, I studied the sand dunes near the sea-shore. I spent a few days in the sand dune area visiting the melon plantations of Borollos, and Zayyan. It was at the latter village that I found the most ingenious way of control over the sand. This is due to a simple reason. The village is to the south east of an extensive sand dune belt. It is thus subject to the maximum amount of blown sand and the continuous creeping of the sand dunes over the cultivation for it is on the lee-ward of the prevailing north west winds. No wonder the inhabitants have learned from bitter experience how to combat the sand dunes and eke out a living, by planting water melons in their midst and protecting the plants from the sand.

What they do is as follows : A peasant selects a suitable plot, and to the north west of it constructs a reed fence one and half metre high. Sand soon accumulates and begins to rise forming a sand-dune. When the fence is three quarters submerged in the sand, he raises it. This goes on for many years until the sand dune rises to six or seven metres.

It is then that he resorts to covering its south eastern slope with a net of short fences only half a metre high and one metre square making it look like a chess-board. This procedure is called « binding the sand dune» likening it to a dangerous bull that has to be tied to prevent it doing damage.

This serves the purpose of preventing drift sand on the leeward side of the dune being born by the wind eddies that arise when it strikes with force on the windward slope of the dune.

With such a full grown dune the peasant can plant his melon and tomato crops in safety in its leeward, and he shifts to this new locality

leaving his old plot which had become impoverished by repeated cultivation. The sand dune serves also another purpose than catching the drift sand. It protects the young plants which are grown in February from the cold north winds.

It also reflects the sun's rays falling on the slope of the dune, on the plants and hastens the growth of the protected crop.

I read a lot of literature on the subject of sand dunes and protection against them, I even took the trouble to go to the Suez Canal, lying in the midst of drift sand, and saw how they combat the moving sand, spending large sums on that and believe me, I found they were far behind the Zayyan cultivator.

I forgot to tell you that these sand dunes continue to rise until they reach a height of 10 to 12 metres. At this height they stop rising. The sand carried so high will fly over the melon field without settling on it, and in our case it will fly over the drain to the other bank and not bother us with its presence.

I constructed a fence on the affected reach of the drain fifty metres west of the channel and work was continued for three years, but alas, the work of maintaining the reed fence was discontinued, and this good work which might by now have been finished has been neglected. This experiment if it has been continued might have been a great blessing to the country and solved a vexing question, but there is still time to continue the work with such expert people living near at hand.

When I was entrusted with the Directorate of Desert Irrigation Projects in Egypt it was clear to me that we could not cultivate the extensive plain west of the Nubaria canal without solving the silting up of Rayah el Behera with blown sand. A start has already been made at Teiria where the Rayyah el Behera touches the Western desert for a length of three kilometres. Sections taken in the Rayyah have shown that its area has decreased 40 % since the last dredging carried out in 1932. No wonder the irrigation department has stopped reclamation of waste lands in Behera until a solution has been found.

The work as now carried out is planting four rows of eucalyptus trees faced with a fifth row of acacia cyclops, the trees are spaced two metres apart and the rows are three and a half metres apart. Irrigation is by

means of a five inch centrifugal pump carried by a motor launch in the canal. The delivery is by means of a rubber hose forty metres long. Owing to the undulation of the ground only stretches of 50-100 metres long could be irrigated at one time and the ditches are continually being filled with sand and the labourers are overoccupied with the clearance of these ditches and the transport of the heavy 40 metres rubber pipe. Originally a pipe line fed from an elevated tank was proposed to ensure the irrigation of the trees, and also another line of trees forty metres to the windward of the present one was suggested, but this will be included on the other stretches should our experience prove its necessity.



A. Drain in Farafra Oasis choked by blown sand.



B. Sand dunes have choked Rayyah el Behera with sand (note the trees we planted to stop them).



A. Sand Dunes have smothered palm trees and houses at Ganah Oasis.



B. Protecting an artesian spring in Kharga Oasis by a V shaped mud brick wall provided with round orifices to circulate air currents.



A. Planting Aleppo pine trees protected by Sacharum Aegyptiacum at the dunes of Gamert Tunisia.



B. Casuarina trees protect Port-Said Canal.



A. Protecting fields and gardens from sand north of Mena House.



B. Binding the full grown sand dune at Zayan.



A. Protecting artesian wells in Kharga Oasis by Acacia trees.



B. Reinforced prestressed semi-circular concrete channels on supports are used with success in Tunisian deserts.

SAND DUNES IN KHARGA DEPRESSION

BY

KHALIL KAMEL

The vast depression of the Kharga Oasis is situated almost due west of Qena bend, between the latitudes 24°30' and 26° north.

The distance between the Nile Valley and the depression is approximately 150 kilometres. The depression is bounded on the north and east by high escarpments. An almost continuous belt of sand dunes arranged in parallel lines bounds the depression on the west. The hill of Abu Bayan El-Bahari is considered the southern limit, owing to the absence of cultivated patches beyond it. Thus, the lenght of the depression is about 185 kilometres and the width varies between 15 and 30 kilometres.

The excavation of the depression is due to vertical wind erosion. The greatest depth (which is from 350 to 450 metres below the top of the escarpments) was reached in the Early Pleistocene period.

The most remarkable feature of Kharga depression is the abundance of sand dunes. It is known that their sand is derived from the disintegration of the Nubian sandstone strata. Floors of the southerly depressions of the Libyan Desert are composed of Nubian sandstone. The prevailing wind carries the weathered matter in suspension, and dumps it, at the foot of the northern escarpment forming a sea of sand. This sea, is the greatest supply of sand drift and sand dunes in the depression. It gives rise, to the three main belts which cross the depression from north to south. These belts, travel steadily in a south-south east direction, till they die out, to the south of the depression.

The first belt, starts in the neighbourhood of Ain Karm Mohammad and continues parallel to the eastern escarpment right to the end of the depression. This belt threatens the railway line and a number of wells in the vicinity of Dush.

The starting point of the Central belt, lies to the west of Labakha spring. The dunes of this belt threaten most of the cultivated areas of Kharga Boulaq and Baris.

The dunes of the western belt are found near Um el Dabadib spring and consist of several parallel lines of isolated dunes. To the south of Tarif hill these dunes unite, forming an almost compact belt. This belt has destroyed in its course most of the western wells of Kharga, Ganah and Baris.

Sand drift, tends to accumulate when arrested by any natural or artificial obstacle. Even wild vegetation acts as an obstacle to form small dunes. The agoul (or tamarix) in the vicinity of Boulaq is the best illustration.

Most of the depression dunes are crescent like. The windward slope varies from 30° to 33°; and the leeward slope is so steep that natives call it « seif» or sword. The average height of the dunes ranges from 30 to 40 metres and the width from 200 to 300 metres.

The movement of dunes, is a constant menace, especially in such a depression where the majority of settlements and areas under cultivation lie in the open plain, and where the prevailing wind blows mostly from one direction.

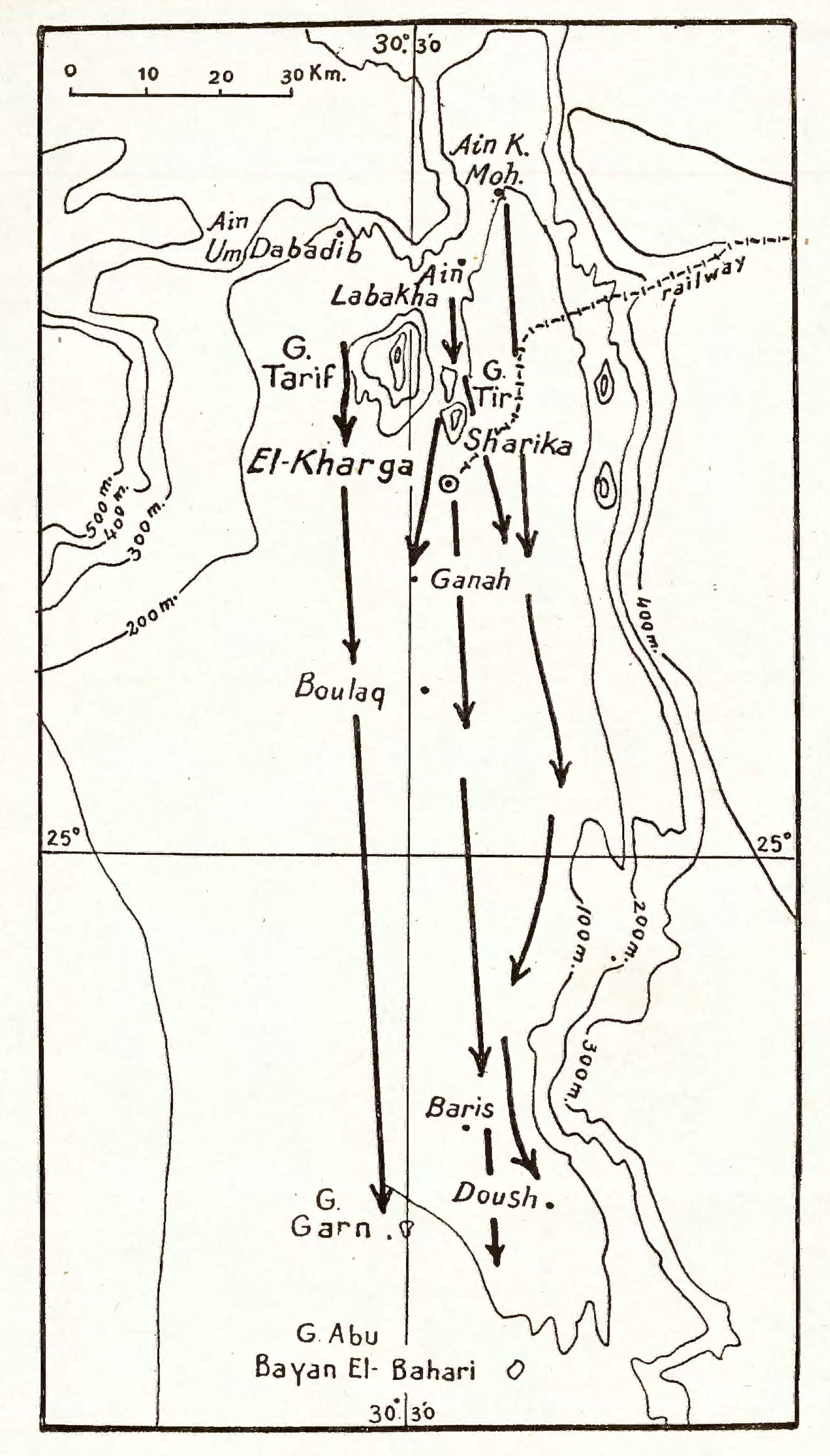
The rate at which the dune travels depends on its size, and on the velocity, direction and duration of the wind. The small dune, near Belaida, moved about 21 metres in one year (1907-1908) while the huge one, traversing the Kharga-Sharika route, moved about 11 metres in the same period.

If one may assume the minimum rate of progression as 10 metres per year, the dune will advance about 1 kilometre in every century. The uncontrolled sand dunes destroy farms and palm groves, fill the wells and canals with silt, and cause man to abondon his habitat.

The gradual deposition of windborne sand raises the level of cultivated lands and the outlets of wells. This increased height of well outlets contributes to the diminution of their discharge.

Near Mahariq, the eastern dune belt is threatenning the railway which connects the depression with the Nile valley.

Dunes and drifted sand are the curse of the oasis, and man's work here is an incessant contest against nature.



Dune belts in Kharga depression.

The oasis farmers protect their lands and settlements by erecting screens and « Bus» (dried millet sticks) fences to divert the direction of the drifted sand. Such protective measures are absolutely ineffective. They allow windborne sand to accumulate and the farmers would soon find themselves confronted with an irresistible dune growing to considerable proportions.

Sand dunes and drifted sand are successfully controlled in *Les Landes* province in France. In Kharga depression the problem is rather difficult, owing to the absence of rain, and the remoteness of the source of sand.

But, if some wells were bored near the southern end of the sand sea, water would be available for the growth of vegetation which might stabilize the moving sand. Lines of trees would divert the direction of sand drift away from vital objectives. The intervening spaces between the fence and the sand sea might be sown with thorny shrubs. The wells should be covered with stone domes.

As for the dunes now encircling the farms and settlements it is not wise to waste time and effort to control them. It seems more practical to start reclamation of new areas. To the north of Baris for instance, there is actually an extensive area of about 60,000 feddans free from sand accumulation. This cultivable land is now awaiting exploitation.

THE ARTESIAN WATER BENEATH THE LIBYAN DESERT

BY

G. W. MURRAY

The water of which I am about to speak is « fossil water» in that it has been imprisoned in the rocks for thousands of years; indeed, the lowest layer of all may date back to the Pliocene. Yet, though confined, it is still subject to the law of gravity and, all the while, it has been on the march towards the Mediterranean down a gradient, as the map shows, of about 1 in 2000; one five or six times steeper than that of the Nile. Were this not so, we should have no overflowing water in our oases; it would stay down in the wells. We shall see, too, that it is not confined to the Nubian sandstone; water knows no geological boundaries and will flow downhill quite readily into Cretaceous, Eocene and Miocene strata.

More than forty years ago, the late Sir Henry Lyons [1] recommended investigation of the theory that there existed a general water table, fed either by the rains of the Sudan or by the Nile, from which the supplies of the Egyptian oases were derived. And, in 1927, Dr John Ball gave the result of such a research to the *Geographical Journal* [2], accompanied by a map on which he drew contours joining points having the same static head above sea level.

In 1936, Dr Sandford extended Ball's contours over the north-western Sudan [3]. In his map, so far as it dealt with Egypt proper, he

[1] H. G. LYONS, *Some Unsolved Problems of the Nile Basin,* Cairo Scientific Journal, March, 1908.

[2] J. BALL, *Problems of the Libyan Desert,* G. J., Aug., 1927.

[3] K. S. SANDFORD, *Sources of Water in the N. W. Sudan,* G. J., May, 1935.

left them unchanged; but, freshly obtained levels for the wells at Selima and Laqiya caused him to alter them considerably in the Sudan. The level for Selima came out 23 m. lower and that for Laqiya 44 m. lower than those Dr Ball had predicted for those places; largely because, in 1927, Dr Ball was ignorant of the great fall in the water table, south of Kharga, which is now known to have taken place in recent geological times.

In 1940, the evidence was reviewed by a Swedish engineer, Hellstrom [1], who redrew Ball's underground water contours for Egypt on an assumption that the water supply of Bahariya Oasis was either derived from another water-bearing stratum than those below Kharga and Dakhla or that the basic water table was here supplemented by « local rainfall on the surrounding plateau ». But, the levels in Bahariya Oasis, where there is no local rainfall, can hardly be separated, as Hellstrom suggests, from those observed in the southern oases; and some other theory than his must be devised to include Bahariya in the general scheme.

Elsewhere, Hellstrom's contours, though more rigidly interpolated from the observed data than Ball's, closely resemble them. But, perhaps owing to lack of local knowledge, Hellstrom's interpretation of them and of the « lines of flow » at right angles to them, (also ideally correct), has led to place the « intake beds » or sources of supply in two quite rainless localities; one between Sarra and Kufra, the other just west of Bir-el-Atrun [2].

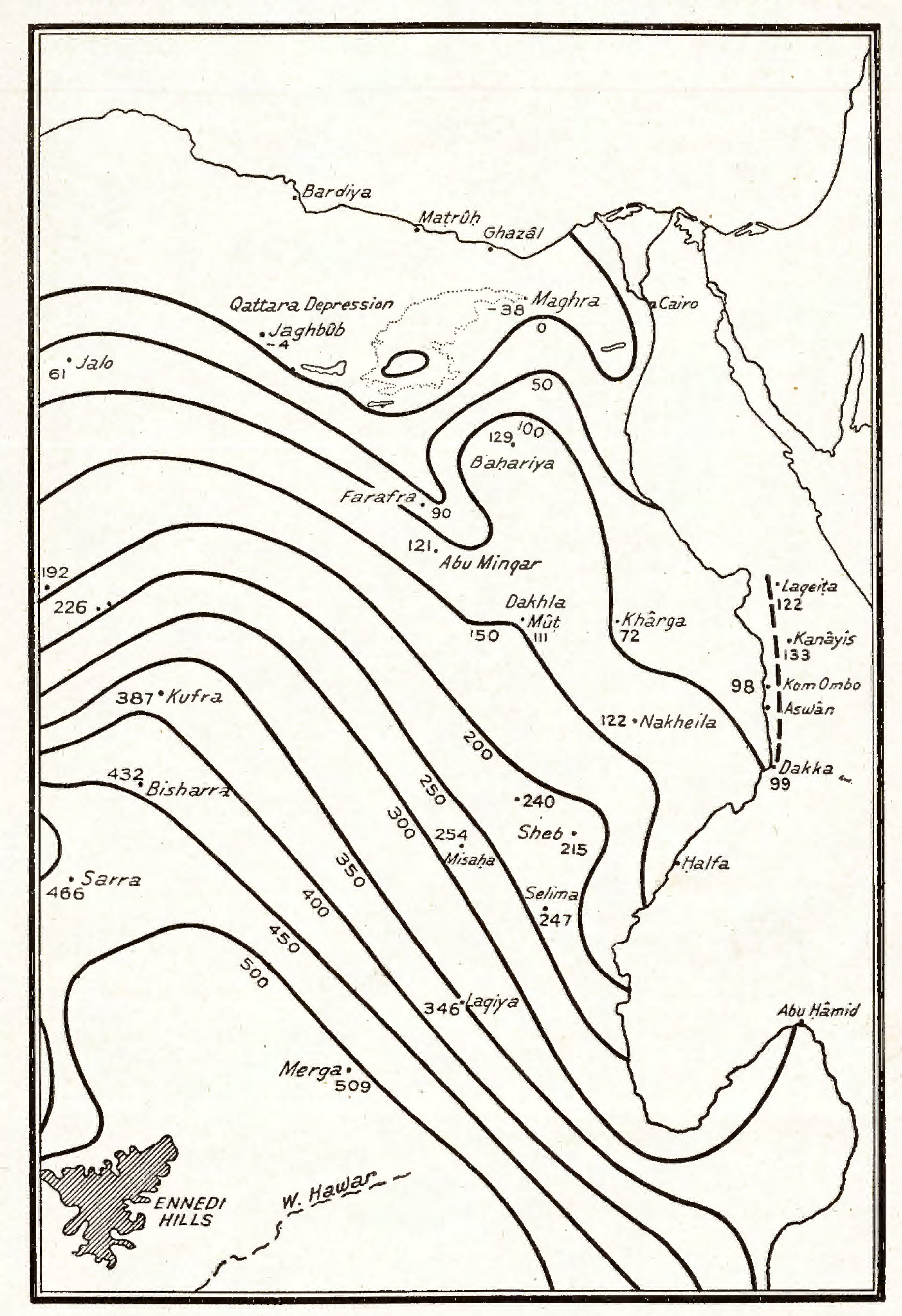
Hellstrom, however, considered that it might take rainfall as long as 100,000 years to percolate through unfissured sandstone from his intake beds to the Qattara depression; and, though we may suppose the sandstones to be fissured and the rate of percolation rather faster, it is certainly possible that, say 30,000 years ago, the above localities were somewhat rainier than they are today. But, if he is right, and these areas, now among the driest in the world, were once the intake beds, the future of our Egyptian oases, dependent upon a supply cut off ten

---

[1] Bo Hellstrom, *The Subterranean Water in the Libyan Desert,* Geografisker Annalen, 1940, h. 3 & 4, 206-239.

[2] « Bir Natrun » on old maps.

ARTESIAN WATER CONTOURS



of thousands of years ago, is dismal indeed. And the great drop in the water table, observed by Mr Beadnell at Bir Misaha [1], where his shaft passed through 22 metres of moist sandstone before it reached actual water level, would require no further explanation.

For, to come up from underground for a moment, one sees the massif of the Ennedi mountains, over 1300 m. high, to the south of Hellstrom's first «intake beds» and to the west of his second and there is really no need to look on the nearer side of these hills for the sources of supply. Also, as Dr Sandford has pointed out, the Wadi Hawar [2] or, rather, the underground channel beneath its course, acts as a natural conduit for the run-off from the Ennedi highlands for some 400 kilometres to the east. From this channel it leaks as it goes into the Nubian sandstone, northwards towards Egypt. For the northern Sudan I have accepted Sandford's contours with a little rounding-off.

Elsewhere, I have made but trifling changes to Dr Ball's contours of 1927. Like Ball, I have ignored the high level springs of Kurkur and Dunqul, which possibly derive their supplies from occasional local rainfall or, more probably, from «fossil water» trapped in the rocks since the last pluvial period. Most of the corrections, such as they are, are due to researches initiated by Dr Ball himself. One is due to the important new level at Bir Misaha and others to those of three salt wells sunk by Mr Walpole in the Qattara depression to test the quality of the inward seepages from the south. Misled by an aneroid reading by the late Ahmad Hasanein Pasha, Dr Ball was considerably out in the value he assigned to Jaghbub. Instead of being 32 m. above sea level, the water there lies about 4 m. below it. Further south, Hasanain Pasha's value for Bir Harrash is also too high by 70 m. Though both these places lie outside the region we are discussing, yet the acceptance of their new altitudes causes the 100 m. and 200 m. artesian contours to leave the map of Egypt in rather more southerly latitudes than those assigned to them by Ball and accepted by Hellstrom.

(1) H. J. L. Beadnell, *Report on Bir Misaha* (unpublished).

(2) «Wadi Hawa» on old maps. I owe the correct form to Michael Mason's book, «*The Paradise of Fools*».

Further research by geophysical methods is needed to enable an exact picture to be drawn of the underground seepages and all versions to date, Ball's, Hellstrom's and mine, have been obliged to err on the side of simplicity. Yet, however deficient the data, our approximate contours, based on observed levels, are certainly more interesting than an ideal set of concentric circles with the intervals between them widening as the artesian water gradient slackens off. Indeed, their departures from that normal are significant in that one may suspect in the salients places where the subterranean structure is abnormal and be sure in the re-entrants of cases where aerial erosion has eaten down to the water table. There, evaporation has reduced the static head very markedly. One sees this plainly in the oases of Kharga and Farafra; and above all, in the Qattara depression; on the other hand, in Dakhla and Bahariya, the artesian water seems to be coming in nearly as fast as it is being evaporated [1].

It is possible that these latter oases lie on the summit of a very gentle arch or anticline where the natural jointing of the rocks tends to open under tension and so allow a freer flow of water than would occur in a syncline where the joints tend to close under compression. It may seem strange to think of water rising under an anticline; but it is artesian water under pressure that we are considering. In structure, Bahariya Oasis is known to be the eroded summit of a dome; elsewhere, in the Western Desert, the dips of strata are usually very slight indeed.

In Kharga, there are two layers of saturated sandstone, separated by a 75 m. band of impermeable grey shale. The upper, the «Surface Water Sandstone» with a present static head of 80-90 metres above sea level has been almost drained of its contents, largely by aerial erosion in prehistoric times. On the floor of that oasis, clay hummocks which Miss Caton Thompson has shown to be the sites of «fossil springs» [2]

(1) This is not likely to be the case much longer for Dr Little estimates that the output of the Dakhla wells has increased by 250 per cent during the period 1900-1925. O. H. Little, *A Preliminary Report on the Water Supply of Kharga and Dakhla Oases*, 1930.

(2) G. Caton Thompson and E. W. Gardner, *The Prehistoric Geography of Kharga Oasis*, G. J., LXXX (1932).

are so common that Mr Beadnell mistook them for lake deposits. Water for irrigation is now universally obtained from the deeper layers and so it has come about that the static head in Kharga has been reduced by 40 to 50 metres during the last 60,000 [1] years. Yet, even in the north, the Surface Water Sandstone is not yet quite drained as levels of about 90 m. round ʿAin el-Ghazal show.

The water of the lower layer, which can only be reached by deep bores, rises, when released, to a little over 70 metres above sea. This lower layer is far from homogeneous and is composed of 30 to 40 per cent of water-bearing strata, intercalated with lenses of water-less clays. Bores up to 500 metres deep have been driven into these without coming to the end of the water-bearing beds. The deep water is warm, 30° Cent., (more in Dakhla), and, owing to the weight of the overlying strata, it enters the boreholes at a much greater pressure than does the surface water. In all the oases it is charged with gas, (nitrogen in Siwa), which begins to be liberated in bubbles as soon as it enters the bore. Consequently, some of the deeper wells have gushed like soda-water bottles when first tapped.

« Flow » is, of course, an exaggerated term with which to describe the very gradual oozing which characterises the movement of water through unfissured rock. Even when fissured rocks are encountered, the average rate over long distances may be guessed at about a metre a week, rather faster than an Alpine glacier. Yet, the myth of a subterranean Nile beneath the Libyan Desert still crops up from time to time in the Egyptian Press!

That the sandstones are fissured may be inferred from the cases cited by Beadnell [2] of interference between one well and another and from the rates of discharge from some of the larger wells. For instance, ʿAin Faruqiya near Mut in Dakhla has been sunk through 470 metres of sandstones, 133 of which are water-bearing. The water content of such sandstone averages about 22 per cent. So, an inward shrinkage

[1] G. Caton Thompson, *op. cit.*, gives a « late lower Palaeolithic » date, ending 60,000 B. C. for the earliest spring outbursts.

[2] H. J. L. Beadnell, *An Egyptian Oasis*, 144-149.

of one metre in the water column contained in a cylinder with a radius of one kilometre round ʿAin Faruqiya would make available, say, 58,500 tons of water in the bore. At the observed rate of flow, 0.1 cubic metres a second, this would take about 7 days to run off. In other words, a contraction or inward flow of only one metre would suffice to keep this great well flowing. But even this is a great deal too fast for the normal flow of water through unfissured sandstone, assessed by Hellstrom as one metre in 23 days for the slope of 1 in 2000 between Marga and the Qattara depression. So we may agree with Beadnell that the sandstones must be fissured.

Again, the total outflow of all the wells in Kharga was, in Beadnell's time, only two-thirds of a cubic metre a second. Since 1900, this figure has been doubled or trebled. But, even if it was to be increased a hundredfold, it would still be inadequate to keep a lake in Kharga in being against the loss by evaporation which, as pointed out by Hellstrom, might amount to 127 cubic metres a second from a lake surface of 2000 square kilometres. Thus, Beadnell's hypothesis of a great lake there in Roman times, already refuted by Miss Caton Thompson, has received its death-blow. It is equally unlikely that there was ever a lake filling the Qattara depression.

As the fresh water percolates northwards and the Nubian sandstones dip more steeply than the slope of the water table, some water overflows from what we may call its « home beds » into the Cretaceous limestones and marls, all marine strata, which lie geologically above the Nubian sandstone but, in actual altitude, below it. This may be seen in Farafra, where a scanty supply is obtained from beds of white chalk, perhaps 220 m. above the uppermost water-bearing beds of the Nubian.

Very serious for the people of that oasis is the way in which the static head drops from 120 m. near ʿAin Sheikh Murzuk to 90 m. at Qasr Farafra and to only 32 m. at ʿAin el-Wadi in the north. Here, it is obvious that water is leaving the chalk beds very much faster than it is coming up from below. The extent of cultivation in Farafra is far too small to account for this loss which Dr Ball thought might be due to seepage into the Qattara depression. Yet an alternative explanation might well be that the Farafra wells, all of them shallow, depend merely

upon upward seepage from beds analogous to the « Surface Water Sandstones » of Kharga and deeper and more prolific water-bearing beds lie below untapped. Really deep bores might greatly increase the prosperity of Farafra and revive the static head until the « gulf » in our artesian contours round that oasis had been completely smoothed out.

The Bahariya wells are sunk in the top of the Nubian sandstone which a domal structure has brought to the surface. Here, perhaps, the shale ceiling of the deeper water-bearing beds is absent or fractured for there is a very abundant flow and the static head varies from 132 m. at El-Heiz in the south to 116 at ʿAin el-Glit in the north, level which are a hundred metres than at ʿAin el-Wadi in Farafra, only 80 kilometres away.

Hellstrom has rendered a real service by pointing out that the 100 m. artesian contour as drawn by Dr Ball round Bahariya is unlikely to be correct since it implies an improbably steep artesian gradient (of 1 in 580), to the east of that oasis. The discordancy is due to Ball's having accepted a level of 34 m. in Well B. 6 (at the end of the projected Bahariya railway), as part of his uniform water table. That well, though 67 m. deep, did not penetrate the Eocene strata into the Nubian sandstone [1] in which the Bahariya wells are situated and I am personally sure that the water in it, brackish in nature, derives from some local accumulation and that the true static head is here suppressed by an impermeable layer. Consequently, there is a reasonable hope that, if this were to be pierced, sweet water would rise in the bore nearly to the surface. I have, therefore ignored the level of 34 m. in this well in drawing up my artesian contours. It should not be forgotten that these contours do not indicate that water will be found at the depths shown by them; merely that, if a well at that point were to be deepened sufficiently, water would rise in the bore to that level.

Beyond Bahariya Oasis, the fresh water migrates into the marine beds of the Cretaceous and Eocene « above » the Nubian. During this passage, it becomes contaminated with salt and, when the water emerges

(1) For the strata passed through by this bore see W. F. Hume, *Geology of Egypt*, I, 132 and plate CXVII.

on the surface in the deep Qattara depression, it is rapidly evaporated by the sun. There, the salt is left lying on the surface which has developed into a thick saline crust. Wind erosion has been so active in this depression that the saturated beds have been exposed to the air over an area of 5800 square kilometres, which is being extended as rapidly as the wind can remove the sand round its margins. There, the main *sabakha,* the Arabic term for a marsh with a saline covering, is about 170 kilometres long and, since it lies at a slope of 1 in 5700, the dip of the exposed water table, there are, here and there, feeble trickles of briny water oozing from north-east to south-west. But these are very rare. So thick is the crust formed by centuries of evaporation that a man can walk on it across the depression and, during our survey, light cars traversed it in many directions. But, from the ordinary point of view, there is only one recognised crossing, at El-Kuneitra, and, elsewhere, vehicles venture upon it at some risk. One patrol lost a lorry and a jeep during the late war.

Dr Ball estimated the rate of evaporation from this saline surface as about 20 cm. a year [1]. No meteorological observations have yet been taken in the depression but I should not be surprised if the rate of evaporation through the saline crust of Qattara, sometimes metres thick, was even less; and the inward seepage, which Ball believed to balance the evaporation considerably less than the cubic kilometre at which he assessed it. Dr Omer Cooper of the Armstrong College Zoological expedition wrote thus of the climate in the adjacent oasis of Siwa [2]; « The accumulation of salt has not only sterilized the land but has had an adverse effect upon the climate... In Siwa, despite the fact that there is a network of ditches with running water and the gardens are irrigated in the evenings, there is no dew. I did not see a fall of dew at any time during the period we were in Siwa, nor did I see mist. The enormous salt deposits and the great *birkets* convert the depressions into desiccators wherein the air rarely attains saturation during the

(1) J. Ball, *The Qattara Depression,* G. J., Oct., 1933, 295.

(2) J. Omer Cooper, *The Armstrong College Zoological Expedition in Siwa Oasis,* Proceedings of the Egyptian Academy of Sciences, III (1947), 8.

summer». In view of his observations, I find it difficult to believe that there can be very much evaporation through the thick saline crust that covers the salt marsh of Qattara.

Such as it is, however, it more than balances the inward seepage. Indeed, the mere fact that the lowest point in the depression,—134 m. is situated upon sand and not in the salt marsh, provokes a suspicion that inward seepage has there so failed that the aerial erosion has actually succeeded in eating a hole through the exiguous water table.

A word of warning is necessary. When I speak of «an exiguous water table», I do not mean to imply that the whole saturated depth of the Nubian sandstone has been drained into the Qattara depression. For the deep bores which have been sunk in recent years in Kharga and Dakhla have revealed that the water-bearing strata persist to well below 300 m. below sea level. And it is very probable that they lie deeper still under Bahariya and Siwa. Consequently, we may presume that the Miocene beds which the wind has exposed in Qattara and drained of their contents derived their water from the upper sandstones only and that the bulk of the water-bearing beds lie below, still untapped. Beneath the coast line, they must lie very deep, for a bore of 7000 feet sunk by the Shell Co. at Ghazal failed to reveal their presence. But the geological conditions beneath the plateau north of the Qattara depression are largely an unknown quantity to the ordinary investigator; whatever may be the knowledge possessed of them by the geophysicists employed by the oil companies. They are hardly likely to be as simple as those in the south. Indeed, from the very marked southward deflections of the plumb line observed at all our geodetic stations between Sallum and Ras el-Kanayis (now Ras el-Hikma), I should not be surprised to learn that a buried range of crystalline rocks extended all along that part of the north coast of Egypt.

Certainly there exist between Qattara and the sea sufficient clay beds to prevent the waters of the latter seeping through into the depression. These were met with in the trial bore-holes for the tunnel which Ball projected to connect the two; and they are also to be seen at the foot of the escarpment on the north side of the depression. Similar beds may bar the water of the basic water table from passing under the Delta.

Wells sunk at Bir Victoria (+8 m.), the «Halfway House» on the Cairo-Alexandria desert road (-4 m.) and Bir Hooker (-11 m.) prove that there is a regular seepage from the Nile into the Wadi Natrun. Yet, «the large springs of warm fresh water which bubble up in or near the salt lakes themselves»[1] induced Dr Ball to include the static level of -23 m. in the Wadi Natrun lakes in his basic water table. And a recent discovery of salt water at sea-level, which rose 9 m. in the bore, at «Camel Pass Well», about 95 km. west of Saqqara, goes some way to confirm his theory[2]. We may, perhaps, regard the Wadi Natrun lakes as evidence of a subterranean confluence of the Libyan and the Nile water tables.

As regards the Faiyum lake, Dr Ball[3] thought that it might have sunk to hydraulic equilibrium with his basic water table at its present level of -45 m.; and also that, in the past, there may have been underground seepage from it into the neighbouring depression of the Wadi Raiyan, whose lowest point is -60 m. Yet, though the Faiyum was completely filled in past ages, as its raised beaches prove, there are no such corresponding storm beaches in the Wadi Raiyan and it seems easier to consider the Faiyum watertight and its water entirely of Nilotic origin.

The water of Siwa Oasis seems to come through Kufra, partly indeed from the Ennedi highlands but largely from Tibesti. It is very abundant, there are 64 square kilometres of lagoons between Siwa and Jaghbub—and, since it appears in the Miocene, having travelled upwards through the whole of the Cretaceous and Eocene, all marine strata, it is hardly surprising that it should be a little salt.

It is worthy of remark that, near the point where the 26th parallel of latitude is crossed by the 24th meridian, the 200 m. artesian contour is intersected by the 200 m., surface contour. In such unknown

---

(1) J. Ball, *Problems of the Libyan Desert,* 109 n.

(2) I am indebted to the Director-General, Petroleum Department, for this information. His letter states «This water had a head of about 30 feet, but the volume was insignificant». But in view of the head of 30 feet, I think we should read «rate of flow» for «volume».

(3) J. Ball, *Contributions to the Geography of Egypt,* 288.

and inaccessible country, both these interpolated contours may be considerably in error. But, even so, it is very probable that, if deep bores were to be sunk in this, at present waterless, region water would rise in the wells very nearly, if not quite, to the surface.

To conclude; an oasis is born in the desert wherever the wind eats down into the water table and blows seeds into the moist hollow it has exposed. This oasis may die in two ways; one, through a drop in the water table rapid enough to take the water out of reach of the pursuing wind. So perished the prehistoric settlements at Sheb and Tarfawi; and so might the cultivation in Kharga have perished if the wit of man had not contrived to pierce the 75 m. band of grey shale overlying the lower water-bearing beds; Farafra Oasis may die this way unless rescued by deep borings. But, the more certain end for any oasis is death by accumulation of salt through evaporation. This is inescapable for there is salt in all water. But, it comes the quicker when the salt is leached out of local marine deposits. So perhaps died Qattara; for even that vale of desolation may have held fresh springs once. And so, in the far distant future, will perish Siwa, for there is far too much salt in the Miocene beds beneath.

You must pardon these prophecies for, although the duty of a geologist is to make clear the past, his only excuse for doing so is that light or darkness may thereby be cast upon the future.

THE RAINS THAT LEAD TO THE NILE FLOOD

BY

M. G. ELFANDY

After the last world war valuable observations and registrations of atmospheric elements, notably of the upper air, including temperature, humidity and wind direction and speed became available from places like Aden, Khartoum, Geneina and Lagos. In addition, a great number of centres reported upper winds from various places extending in the east from the Indian Ocean westwards to the Atlantic across tropical and sub-tropical Africa.

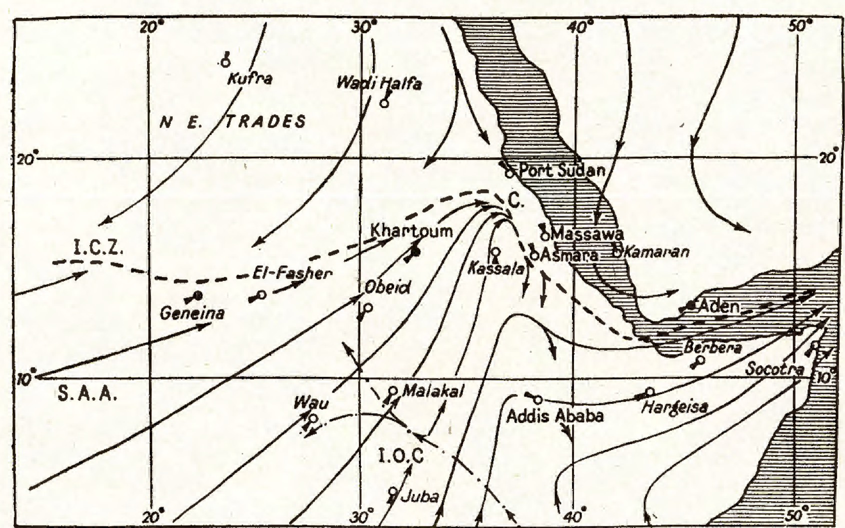
These observations made it possible, almost for the first time in history, to draw maps of the various elements at various levels, and the answer of the old question of the origin and nature of the rains that lead to the Nile flood eventually became a straightforward one.

It is known that in the summer months the whole of the Nile valley south of latitude 20° N. receives rain, the amount of which increases in intensity southwards from almost nil in the north to about 1.000 mm. in the extreme south. At the same time there is heavy rainfall in east-central Sudan, south-east Sudan and in Abyssinia. It is the rainfall in these latter regions which supplies the Nile with about 90 per cent of its annual flood.

The greater part of these rains is due to thunder-storms associated with the inflow of the S.-SW. monsoon. In other words, the S.-SW. monsoon brings the moisture necessary for the rain. It extends vertically upward to about 7,000-10,000 feet above M. S. L. on the average, but in many cases it tends to become deep and may then extend to more than 20,000 feet. In addition, the moisture content of the monsoon current varies greatly within the lowest layers, say the first 6,000 feet, from day to day and from one season to another. Such

variations may be related to differences in the origin of the air-masses or to thunder-stroms somewhere near the equator.

On drawing the average lines of flow for summer up to 10,000 feet, or the lines which give the movements of the air from the surface up to the top of the monsoon current, one could distinguish five different air-masses. These are shown in Fig. 1, and are :



Lines of flow below 10.000 ft (average winds for summer up to 3 km).

(Fig. 1)

1) South Atlantic air (S. A. A.), flowing over the west of the region and forming one part of the monsoon current.

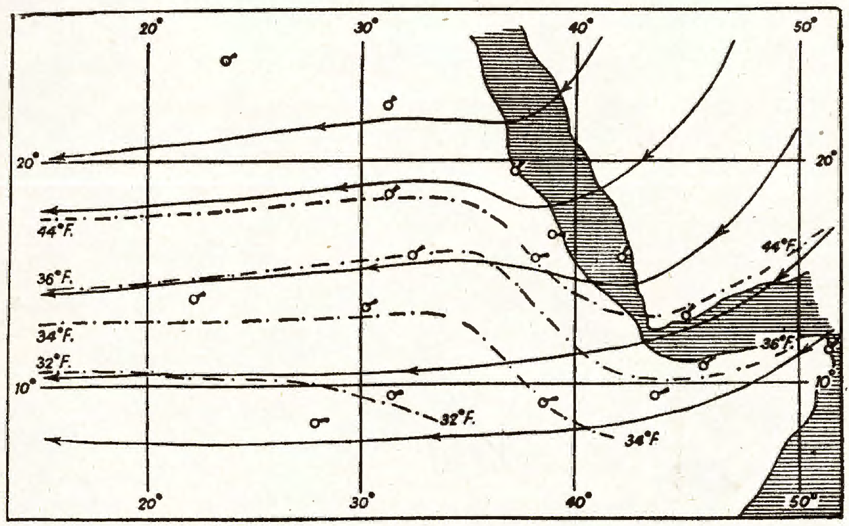
2) Indian Ocean Current (I. C. O.), crossing east-central Africa as SE. winds south of the equator, then veering to S. or SSW. north of the equator. This current forms the other part of the S.-SW. monsoon.

3) NE. trades. South of the belt of the thermal equator these winds appear very warm and dry. When the NE. trades blow further south than usual, *i. e* with southward oscillations of the I. C. Z., or the zone of separation between air of northern and southern hemisphere origin shown in Fig. 1, a spell of dry weather occurs in the Sudan and the greater part of Abyssinia. This is also the case with increased activity

of the northerly wind circulation of the E. Mediterranean (Etesian wind) which moderates summer conditions in Egypt.

4) Continental tropical Air, which appears as southerly air of high surface temperatures to the south of the NE. trades. This is a mixture of S. A. A., I. O. C. and NE. trades.

5) A direct SE. flow from the Indian Ocean occasionally reaches the



Lines of flow at 4 km above M.S.L. (average for summer)

(Fig. 2).

S. Sudan, mainly through the relatively low ground between the Lake Plateau and the table-land of Abyssinia.

The question is, in one hand which of these currents brings in the moisture necessary for the rains of the flood, and in the other how does it rain? Before answering these questions investigation of the conditions within the altitudes of high and medium cloud formation is necessary. To do this the average summer lines of flow at 4 km. above M. S. L. have been drawn and are given in Fig. 2. Observations at this height as well as at greater heights show that above the S.-SW. monsoon flows an easterly current, which extends upward to very great heights. This current is on the average between E. and NE.

Observations also point out that « surges »[1], of masses of damp air at temperatures lower than the average, occasionally invade the atmosphere of the Sudan and Abyssinia, either from SSW. or S. within the levels of the monsoon current, or from SE.-ESE. within the higher levels. These « surges » give rise to instability conditions, and two types of disturbance arise :

1) Low-level (or local) instability thunder-storms. These form under « surges » within the lowest layers by direct convection during the day, when the depth of the monsoon current is great and there is market increase of moisture content within the surface layers.

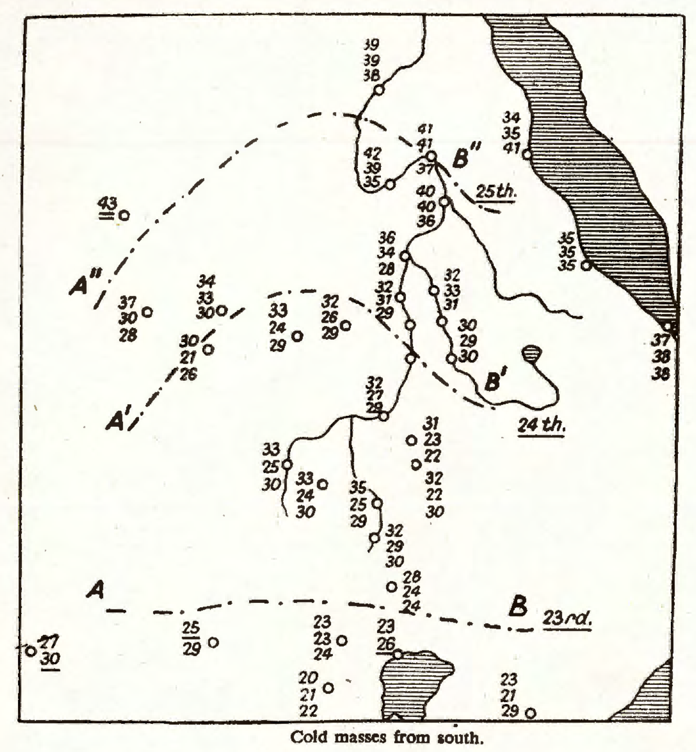
2) High-level (or widespread) thunder-storms, followed by fairly wide spread outbreaks of rain, persisting in places for more than 24 hours. These occur with « surges » within the altitudes of high and medium cloud formation.

Surges within the surface layers also frequently give rise to sandstorms over the desert areas of the central and northern Sudan (Fig. 3) gives a case of cold masses from south. These masses reached the N. Sudan on 25 August 1943. In Fig. 3 the 1200 G. M. T. temperatures in 00° C available from the various reporting centres on 23, 24 and 25 August are inserted one under the other, so that 23 August temperatures are on top. Evidently on 23rd the cold air can be limited by the line AB in the extreme south, on 24th by the line A'B' over the central Sudan and on 25th by the line A''B'' in the extreme north of the Sudan.

On 25 August 1943, this surge gave strong southerly winds that enabled the development of « haboobs » north of Khartoum. Thick sand-haze resulted from these « haboobs », roughly between lat. 20° N. and lat. 17° N.

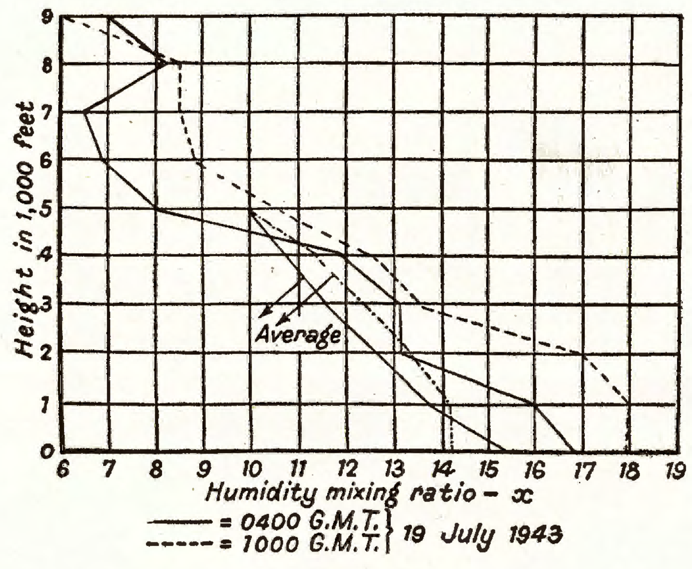
Since the change in an air-mass from the state of latent instability (or instability stored in the atmosphere) into that of the thunderstorm

[1] Within the tropics the movements of the air-masses do not necessarily follow the pressure-gradient. Air-masses may be trasferred on a large scale irrespective of any pressure distribution. This feature of tropical regions is referred to as « surges ».



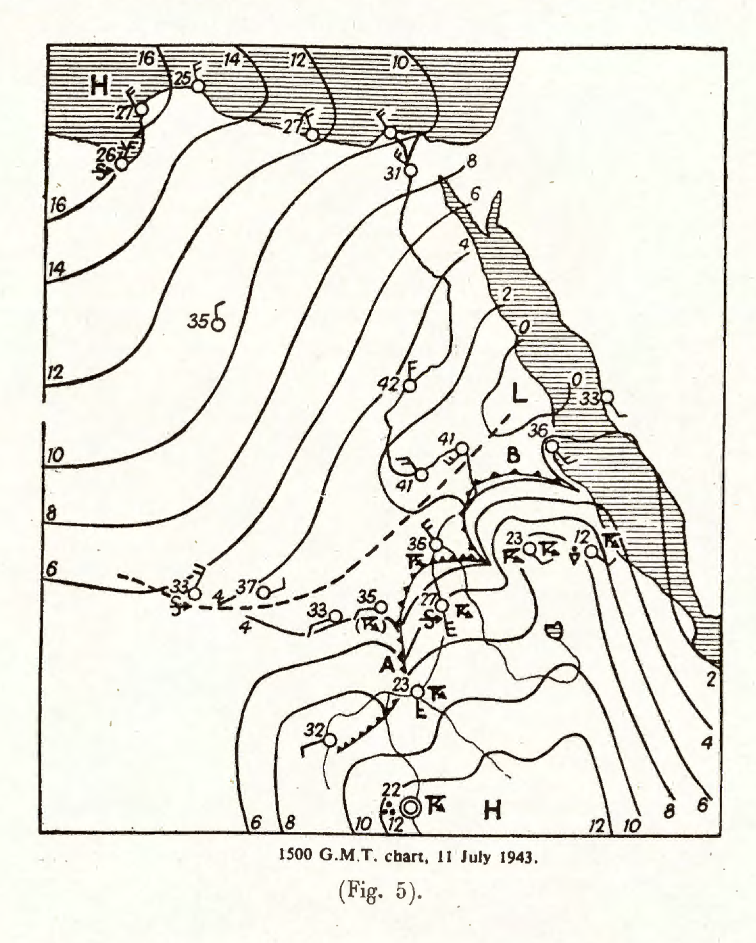
Cold masses from south.

(Fig. 3).



(Fig. 4).

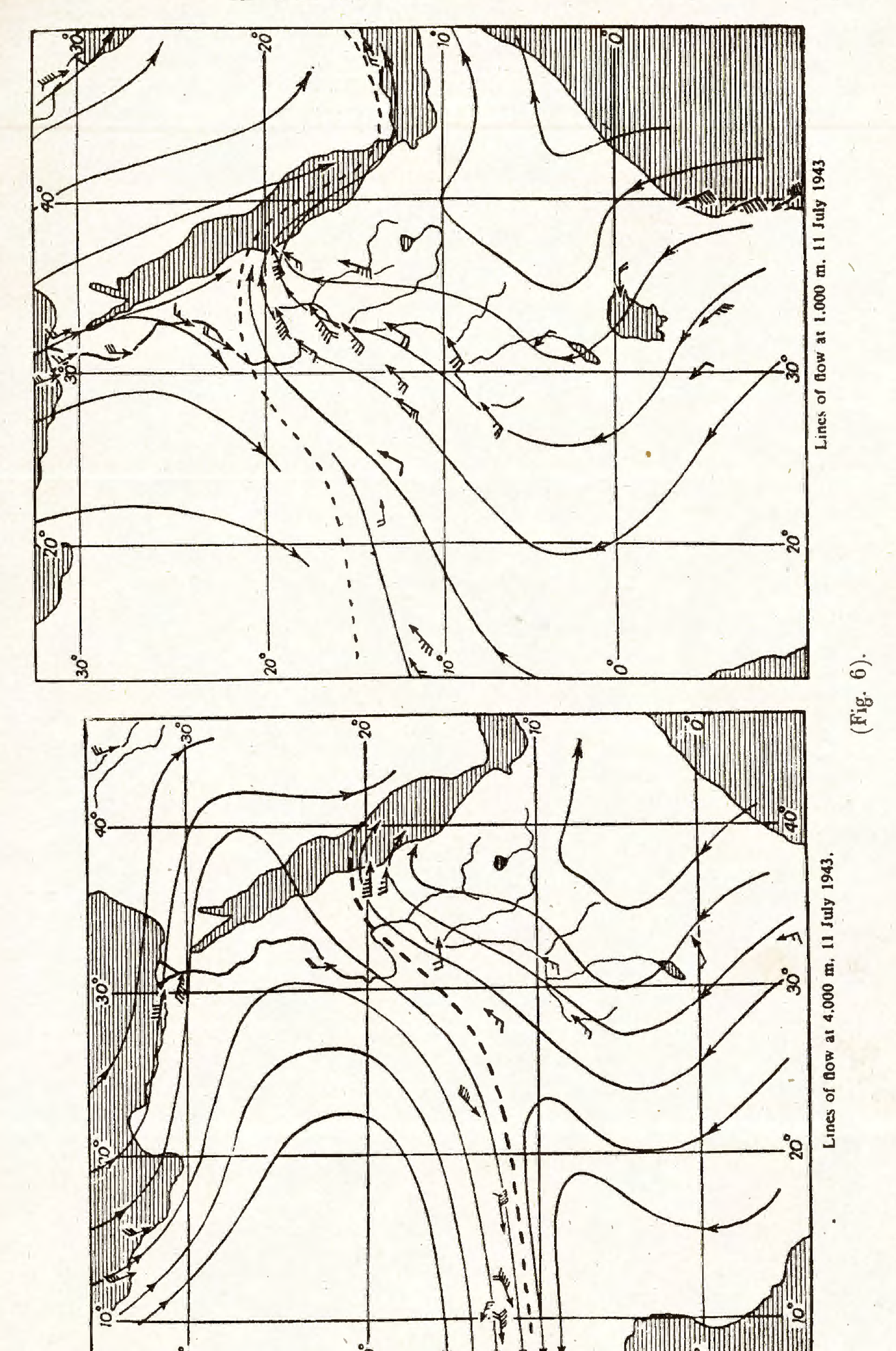
stage is favoured by increasing moisture content, there should be a tendency for local instability rains to occur with high values of humidity. This is observed, and an example is given in Fig. 4, in which the humidity mixing ratio (or the number of grams of water vapour



1500 G.M.T. chart, 11 July 1943.

(Fig. 5).

per cubic metre of the air) is plotted against height. This figure gives the vertical distribution of the humidity mixing ratio at Khartoum on 19th July 1943 for comparison with the corresponding average values for the whole month up to 5,000 feet, for both 0400 and 1000 G. M. T. observations. The heaviest rainfall over the Khartoum district during the month of July 1943 occurred on 19th, and from Fig. 4 it is seen that market increase of moisture content occured within the lowest layers.


Lines of flow at 1.000 m. 11 July 1943

Lines of flow at 4.000 m. 11 July 1943.

(Fig. 6).

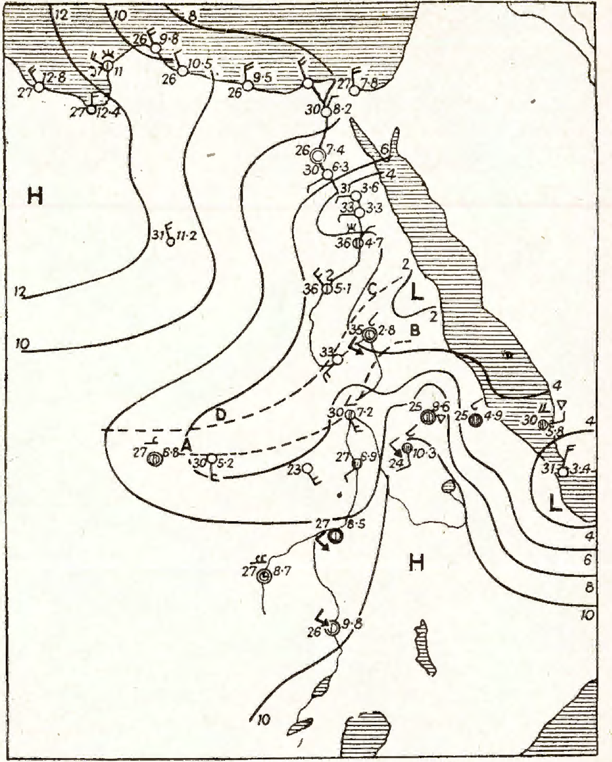
In the tropics the thunder-storm is the generator of cold air, and of cold-fronts. This can be shown by the line of thunder-storms in Fig. 5, which is the 1500 G. M. T. chart, 11 July 1943. Evidently the line AB gives a cold-front induced by thunder-storms which are developed locally within a deep southerly current originating over the Indian Ocean, as shown in Fig. 6 giving the lines of flow at 1 km. and at 4 km. on 11th July 1943.

With widespread rain the outstanding modification in the upper air is the inflow of damp cold south-easterly currents. One of the marked large-scale surges of this type occurred in August 1943, as shown in Fig. 7, which gives the 1800 G. M. T. charts of 30 and 31 August and the 0600 G. M. T. chart of 1 September 1943.

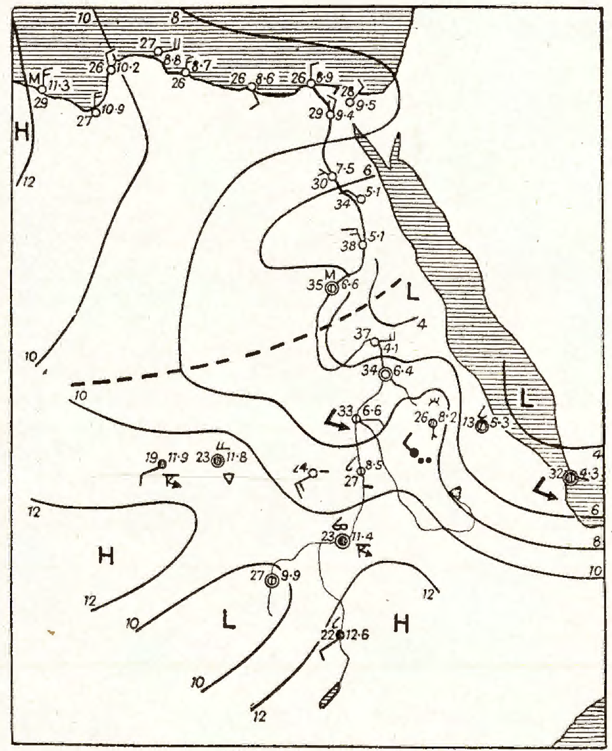
On the 1800 G. M. T. map of 30 lightning is reported from stations to the E. and SE. of the Sudan, indicating instability thunderstorms over Abyssinia. This is also the case on 31, but the storm is seen to develop further west. On 1 September, however, heavy thundery precipitation prevailed over practically the whole of the Sudan and Abyssinia.

The lines of flow at 1 km. and 4 km. on this occasion are given in Fig. 8. They show clearly the inflow of a solid E.-SE. current from the Indian Ocean.

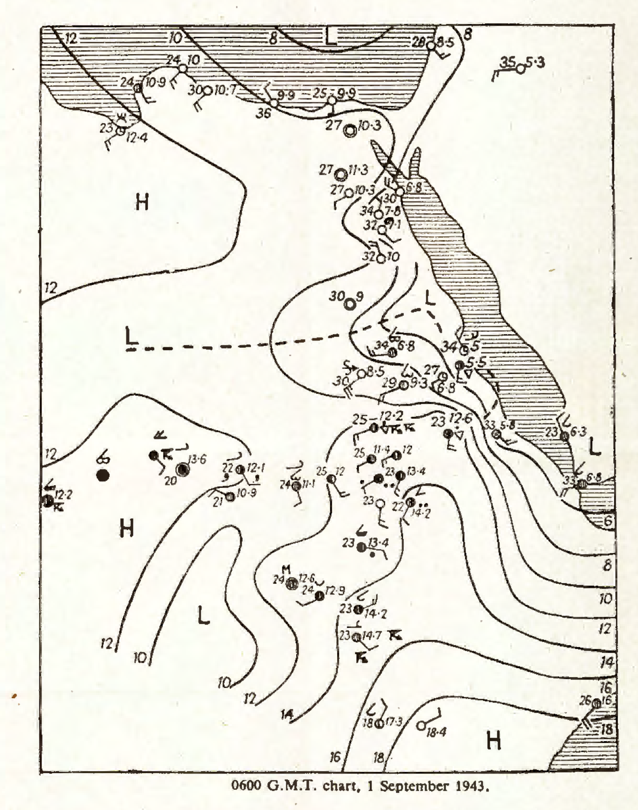
In conclusion, surges, whether in the surface layers or in the altitudes of high and medium cloud formation, are the primary agents which give the rains that lead to the Nile flood. These surges are characterised by relative increase of moisture content and low temperatures. They may be attributed to thunder-storms further south, either near the equator or over the Indian Ocean, which is their origin, or to troughs in the upper easterlies.



1800 G.M.T. chart, 30 August 1943.

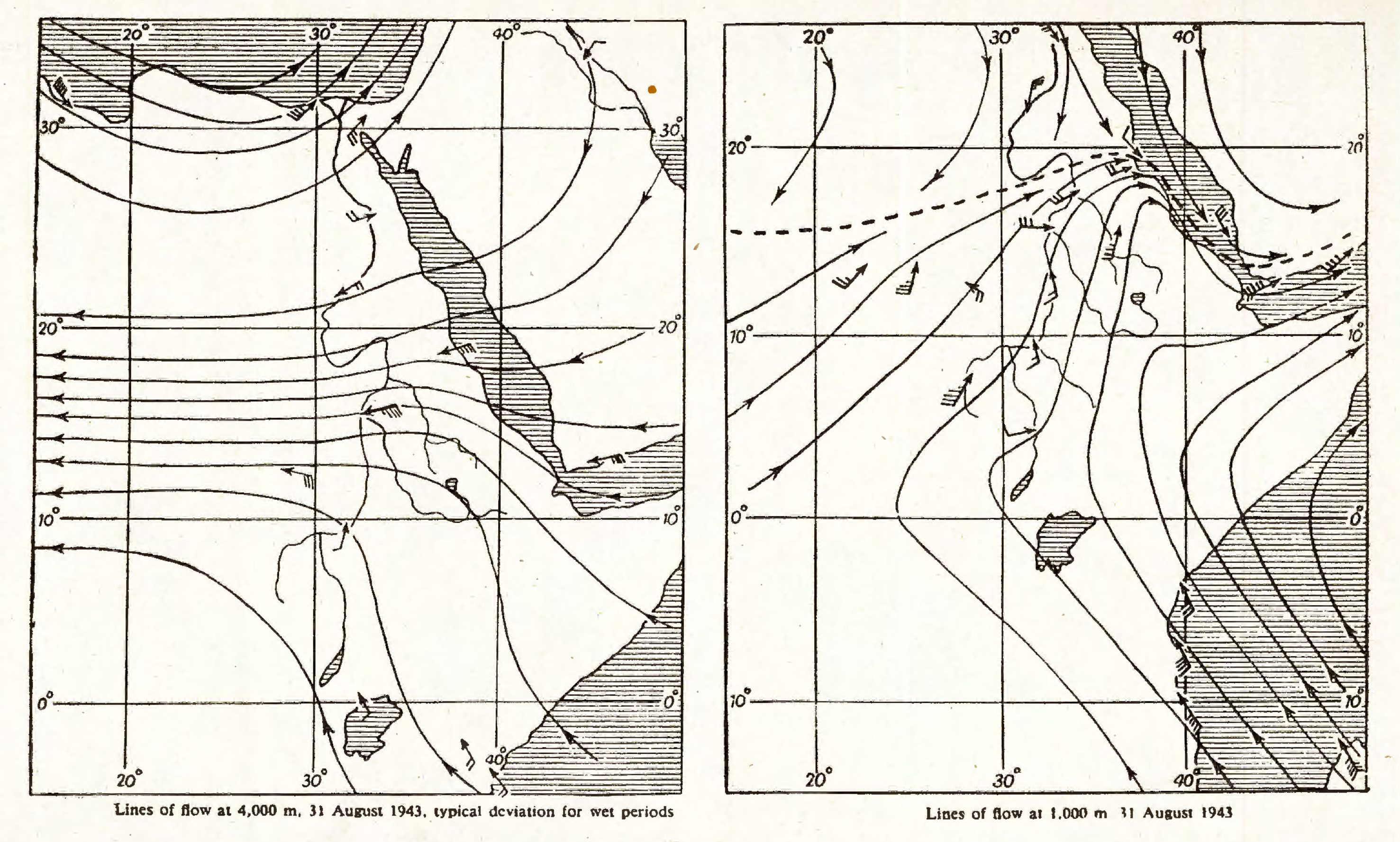


1800 G.M.T. chart, 31 August 1943.



0600 G.M.T. chart, 1 September 1943.

(Fig. 7).


20°
30°
40°
30°
20°
10°
0°
Lines of flow at 4,000 m, 31 August 1943, typical deviation for wet periods
20°
30°
40°
20°
10°
0°
10°
Lines of flow at 1,000 m 31 August 1943

(Fig. 8).

THE BALLAÑA CIVILIZATION: A NOTE ON THE HISTORICAL GEOGRAPHY OF LOWER NUBIA

BY

L. P. KIRWAN

The interactions of geography and history are constantly in evidence in the great stretch of the Nile valley, known as Nubia, from the First Cataract almost to Khartoum. The Cataracts themselves, where resisting crystalline rocks hold up the otherwise easy passage of the Nile through the sedimentary Nubian sandstone, have always been notable landmarks in Nubian history. The broad division of the country, roughly north and south of Berber, into a rainless northern region of desert, with cultivation merely fringing the Nile, and a region of rainfall increasing heavily southwards, has been reflected moreover in basic cultural differences which have played no small part in the development of the mediaeval and modern Sudan.

In the northern region of Nubia, geographical conditions can have changed little since ancient times, except through the intervention of man. In the neighbourhood of Dongola, when, in the 8th Century B. C., as we know from an inscription of Tirhaqa [1], « the sky rained, it made all the hills glisten », the delight of the Nubians was no less than it would be to-day. Procopius writing [2] in the sixth century A. D. of Lower Nubia in the time of Diocletian describes it much as it was before its meagre cultivated lands were submerged in the twentieth century below the new levels of the Nile.

---

(1) M. F. L. Macadam, *Temples of Kawa* I, 27, Oxford, 1949.
(2) Procopius, *De Bello Persico,* I, 19, 27 et seq.

Within this northern region, just north of the Sudanese frontier, lie the sites of the royal cemeteries of Ballaña and Qostol, on opposite banks of the Nile, whose two hundred mound tombs cover approximately the fifth and sixth centuries A. D. Their treasures, excavated by the Egyptian Department of Antiquities in 1931, form some of the most striking exhibits in the Cairo Museum.

The identity of these Nubian kings and queens, whose civilization was strongly influenced by the earlier Meroitic culture as well as by that of Byzantine Egypt, and whose tombs contain at once barbaric human and animal sacrifices and rare objects of East Christian art, has long been in dispute. In the official publication [1], and in the Cairo Museum itself, they are identified, on archaeological grounds, with the Blemmyes, a general name in pre-Islamic times for the nomad Bega of the eastern desert. H. Junker, soon after their discovery, attributed them to the Nobades [2], a people who first appear on the Nubian scene at the end of the third century A. D. Monneret de Villard [3], on the other hand, identifies them with a people called Makurites, who inhabited the Christian Nubian Kingdom of Makuria, the middle region of Nubia south of the Second Cataract. A study of the historical geography of Nubia throws some light on this problem, worthy of investigation in that it concerns an archaeological discovery of the first importance not only in Nubian history but in the history of the southern frontier of Roman and Byzantine Egypt.

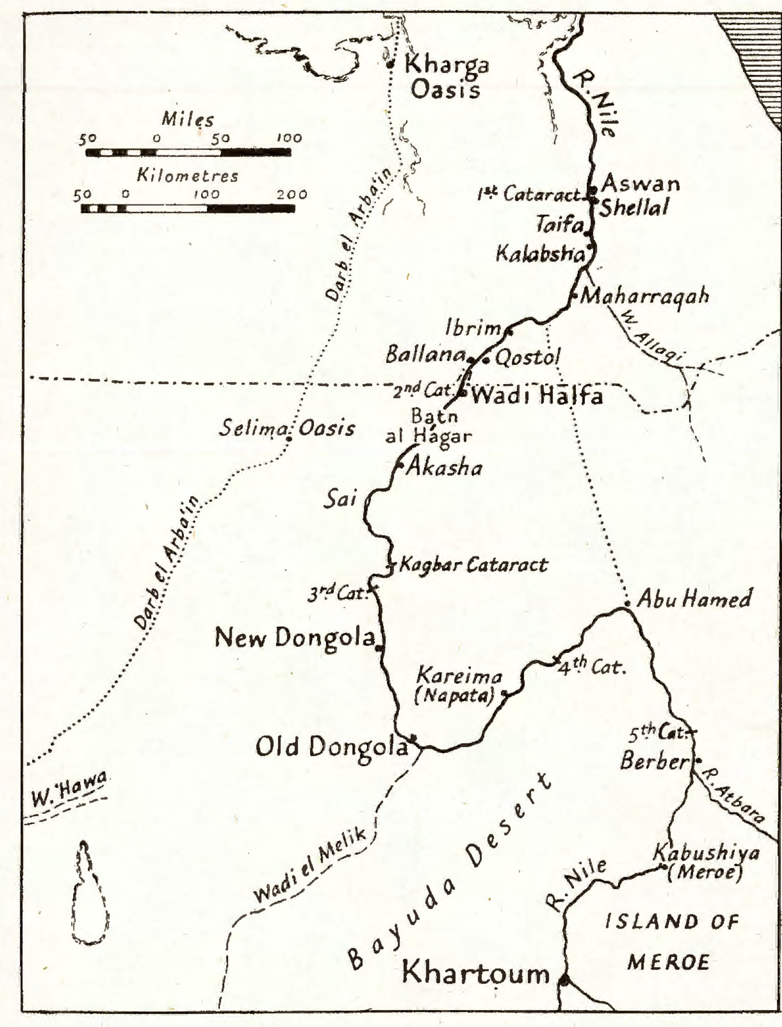
At the turn of the third and in the first half of the fourth century A. D. two important events occurred which shaped the territorial arrangement of Nubia until well into Islamic times. In the north, in Lower Nubia, Diocletian withdrew the Roman frontier and the Roman garrisons from Maharraqah (Hiera Sykaminos) to the First Cataract and invited to fill the vacuum, as *foederati*, the Nobades from the western desert [4]. In the south, the long line of Kings and Queens of Meroe came to an end

[1] W. B. Emery, *Royal Tombs of Ballana and Qostol,* I, 18 et seq., Cairo, 1938.

[2] In *Mitt-Kairo,* III (Heft 2), 155-160.

[3] *Storia della Nubia Cristiana,* 95. Pont. Inst., Roma, 1938.

[4] Procopius, *loc. cit.*



An outline map of Nubia.

as the result of an invasion from the west of a black-skinned people called Noba, perhaps from Kordofan. The Noba, the new overlords of the Meroitic Kingdom, were subjected in turn to a series of invasions, this time from the east, by the powerful kings of Axum, culminating in the invasion of ʿEzana towards the middle of the fourth century [1].

[1] See Monneret de Villard, *Storia,* 38.

In 'Ezana's triumphal inscription, full of topographical details, the ancient capital of Meroe is not even mentioned and must by then have been destroyed. The extent to which these massive movements were stimulated by the Imperial policy of withdrawal and consolidation in the north is an interesting problem. We are concerned, however, not with this southern but with the northern region of Nubia, encompassing the area of the Ballaña-Qostol tombs.

According to Procopius, the Nobades were invited by Diocletian « to settle along the river Nile» in the hope that not only would they cease from plundering in the neighbourhood of Kharga Oasis, but would drive out the Blemmyes, and other barbarians, then in Lower Nubia; they occupied, so Procopius says, « the Roman cities on both sides of the Nile starting from Elephantine». Of these two peoples, both in occupation of parts of Lower Nubia at the turn of the third century, we know a good deal more about the Blemmyes [1]. The desert kingdom over which they roamed lay between the Abyssinian foothills, the Red Sea, and the Egyptian frontier; but their raids extended further afield, deep into Upper Egypt, and even as far as Sinai. There is other evidence [2] of probable Blemmyan settlements in Lower Nubia in a Meroitic inscription at Kalabsha of a date later than the middle of the third century. The settlement of such nomads from the desert in the fertile lands, whether by conquest or absorption, is a constantly recurring event in the history of the Middle East and is not a matter for surprise. There were indeed quite elaborately organised Blemmye settlements in Egypt itself in the late Roman period. The parts of Lower Nubia settled by the Blemmyes are not identifiable until, early in the fifth century, we learn the names of the Blemmyan settlements at that date from the account of the Egyptian historian Olympiodorus who in 421 met the phylarchs and prophets of the Blemmyes at Syene and went with them to Talmis (Kalabsha) and Taphis (Taifa) and as far as Prima (Qasr Ibrim). He also mentions two other cities, Phoinikon

[1] See KIRWAN, *Studies in the later history of Nubia*, in *Annals of Archaeology and Anthropology*, XXIV, 1937.

[2] MONNERET DE VILLARD, *op. cit.*, 25.

and Chiris; the latter unidentifiable, the former corresponding to the Phoinikonon of the Antonine Itinerary, lying on the strategic road between Coptos and Berenike. Olympiodorus was also taken to the famous emerald mines at Gebel Zebara. These he was only able to see by special command of the Blemmye King.

We see from Olympiodorus' account that the Blemmyes, in addition to being in control in the eastern desert, had settled in several important cities in Lower Nubia including some of the former Roman stations such as Talmis and Taphis to which the Nobades had been invited by Diocletian. There is no mention of the Nobades whatsoever. We also see that the southern limit of the Blemmye territory early in the fifth century appears to have been at Qasr Ibrim; some distance north, in fact, of the Ballaña-Qostol tombs of comparable date [1].

That the territory of the Nobades lay south of the Blemmyan frontier at Qasr Ibrim (and probably included the Ballaña-Qostol cemeteries) can be confirmed from the important Greek inscription of the King of the Nobades, Silko, in the temple of Kalabsha (Talmis). This inscription, the work evidently of an Egyptian Christian scribe, is on epigraphical grounds more likely to be fifth than sixth century. It describes [2] how Silko, King of the « Nobades and of all the Ethiopians» advanced from « the Upper Country» northwards against the Blemmyes in a series of campaigns. He occupied their cities, including Taphis and Talmis, from Primis (Ibrim) to Telēlis (Shellal, at the First Cataract); the territory, in fact, over which the Blemmyes ruled at the time of the visit of Olympiodorus. After Silko's first campaign, so the inscription records, the Blemmyes sued for peace and it may be that during such a peaceful interlude there took place the joint attacks by both Blemmyes and Nobades against Egyptian territory of which we hear in the fifth century; as, for example, in the papyrus dated *c.* 425-450 A.D. recording an appeal by Appion, Bishop of Syene, Contra Syene and

[1] *Op. cit.*, 46 et seq. The Greek text, preserved by Photius, is given in Kirwan, *Oxford University Excavations at Firka*, 40. Oxford, 1939.

[2] GAUTHIER, *Temple de Kalabshah*, 204-205. Also EMERY, *op. cit.*, 15. Both Krall and Wilcken propose a fifth century date, not sixth as Monneret de Villard.

Elephantine, for troops to protect the church at Philae against the combined attacks of both tribes [1]. Beneath the Kalabsha inscription is a graffito of Silko himself, dressed in the fashion of the later Roman emperors, with paludamentum and short tunic of mail, and wearing a crown incorporating the horns of the Egyptian ram god Khnum, the feathers of the goddess Maat, and the royal uraei; strikingly similar in these respects to some of the silver crowns found in the royal tombs at Ballaña.

After Silko's first campaign he returned, it appears, to his own territory in the south; after his third and conclusive campaign, however, he established himself in northern Lower Nubia and occupied the Blemmyan cities as far north as the First Cataract. So it is that Procopius [2] writing in the sixth century of his own time, places the Nobades along the Nile while the Blemmyes are in the eastern desert. Similarly, John of Ephesus, in his somewhat tendentious account of the rival missions to Nubia dispatched by Justinian and Theodora, describes that part of Lower Nubia nearest to Egypt as being in the hands of the Nobades [3].

It is now possible to reconstruct briefly the geographical distribution of these Nubian peoples from Diocletian to Justinian. The Nobades, introduced into Lower Nubia by Diocletian as *foederati*, occupied the former Roman stations at any rate as far south as the abandoned Roman frontier at Maharraqah. At some time late in the third or early in the fourth century, the Blemmyes established themselves in Lower Nubia, and ultimately gained control of all the territory from the First Cataract as far as Ibrim, driving the Nobades southwards of the latter point; a place geographically of sufficient strategic importance and natural strength to have been selected by the Romans for fortification as a military station during their conquest of Nubia by Petronius.

During the first half of the fifth century, Blemmyes in the north and Nobades in the south are found frequently in alliance against Egyptian

[1] MONNERET DE VILLARD, *op. cit.*, 44. Church plate such as that in the Ballaña tombs may well have been plunder from such raids.

[2] DE BELLO PERSICO, *loc. cit.*

[3] Ed. PAYNE-SMITH, 251.

territory. In 452, both suffered a heavy defeat at the hands of the procurator Florus and a peace of a hundred years was imposed [1]. No doubt, there had already been inter-tribal wars in Lower Nubia. The Nubian tribes now turned, not against Rome but against each other. At some time later than the middle of the fifth century the Blemmyes were ousted from Lower Nubia by the Nobades. By the middle of the sixth century, the latter were, according to Procopius and John of Ephesus, in complete control as far north as the Egyptian frontier.

The period during which the Nobades were established first in the south of Lower Nubia and later over the whole territory as far north as the Egyptian frontier, coincides approximately with the period of occupation of the Ballaña-Qostol cemeteries. That these cemeteries are, as Junker suggested, the cemeteries of the Kings and Queens of the Nobades, seems clear on this brief analysis of the historico-geographical evidence. They are quite certainly not the tombs of the Blemmyes; and the argument that because cemeteries of the Ballaña culture are found at Ibrim and Kalabsha and further north, they are therefore Blemmyan is based on a misinterpretation of the Silko inscription [2]. Such sites represent the later occupation by the Nobades of Lower Nubia north of Ibrim which followed their expulsion of the Blemmyes from that region.

The southern frontiers of so rich and powerful a people as the builders of the Ballaña-Qostol tombs must certainly have been at some distance from the sites of their royal cemeteries. The only indication of a southern territorial limit in the Silko inscription is contained in the reference to the King's wars with « the other Nobades in the upper country »: presumably those further to the south. These other Nobades, politically distinct from the Nobades of Silko, are nevertheless given the same name by the Egyptian Christian scribe of the Silko inscription. This may indicate some racial or cultural relationship between these warring peoples; they may, indeed, be identical with the Noba of the fourth century inscription of the Axumite King, ʿEzana, whom he found

[1] MONNERET, *op. cit.*, 50. Priscus, *Fragm.* 21.

[2] As in EMERY, *Royal Tombs*, 15 et seq.

then occupying the Island of Meroe and the territory immediately north of the junction of the Nile and the Atbara.

A clearer indication as to the southern frontier of the Nobades may be obtained from Christian Nubian and Arab sources. The probable identification of the ninth and tenth century Eparchate of Nobatia with the domain of the Nobades, and with the northern province of Nubia known to the Arab geographers as Maris, has been demonstrated by Monneret de Villard[1]. The southern frontier in each case (a traditional frontier, as he has shown, dating back to Ptolemaic times) seems to have been in the neighbourhood of ʿAkasha, south of the Second Cataract; a place identifiable from the reference in Abu Saliḥ to the hot springs that are found there and nowhere else in Nubia. It is more than likely, therefore, that the southern frontier of the Nobades lay at least as far south as ʿAkasha; many miles to the south of the Ballaña-Qostol cemeteries.

The emergence of the Christian Nubian Kingdom of Nobatia, its later history as an Eparchate on the shift of power to Dongola as the result of the Arab invasions of the seventh century, and the growth of Arab settlements in Lower Nubia from the ninth century, are later chapters of Nubian history which have been reconstructed with great skill and scholarship by Monneret de Villard. The purpose of this paper has been to identify, or to attempt to identify, the owners of the remarkable royal cemeteries at Ballaña and Qostol in the light of the historical geography of Lower Nubia from the third to the sixth century.

---

[1] *Storia della Nubia Cristiana,* 130 et seq. In view of this, it is surprising that Monneret de Villard should attempt to identify the Ballaña people with those of the kingdom or province of Makuria, or Muqurrah, which lay immediately south of Nobatia or Maris. See *op. cit.,* p. 95.

SOME ASPECTS OF THE DIFFUSION OF ARAB INFLUENCES IN THE SUDAN

BY

MOHAMED AWAD

The present paper is concerned with the study of certain aspects of an important, perhaps the most important feature in the ethnography of the Sudan, namely the spread of Arab influences, whether racial or cultural, which have, in the course of the centuries, become the dominant factor in the life of the country. It has been found advisable not to describe the present study as dealing with the Arabs, but rather with *Arab influences* in the Sudan, in order not to raise at the outset the question whether the groups usually referred to as «Arabs» could or could not be ethnically considered as such. Opinions on this question have varied considerably among writers on the subject; and while some have maintained that those tribes of the northern Sudan claiming Arab descent, are of genuine Arab blood and extraction, others prefer to describe them as just Arabised Hamites in certain areas, and Arabised Negroes in others, while others, preferring a middle course, have argued in favour of the relative purity of the nomad camel-herders, while denying such purity to the sedentary population or to the cattle-owning Baggara. Thus we are justified in dealing with Arab influences and their different manifestations, leaving the question of the relative purity of the Arab elements to a later stage in the discussion.

The most important aspects with which the present study is concerned are :

I. The extent of the diffusion of Arab influences.

II. The manner in which such influences manifest themselves.

III. The relative antiquity ascribed to the penetration of those influences.

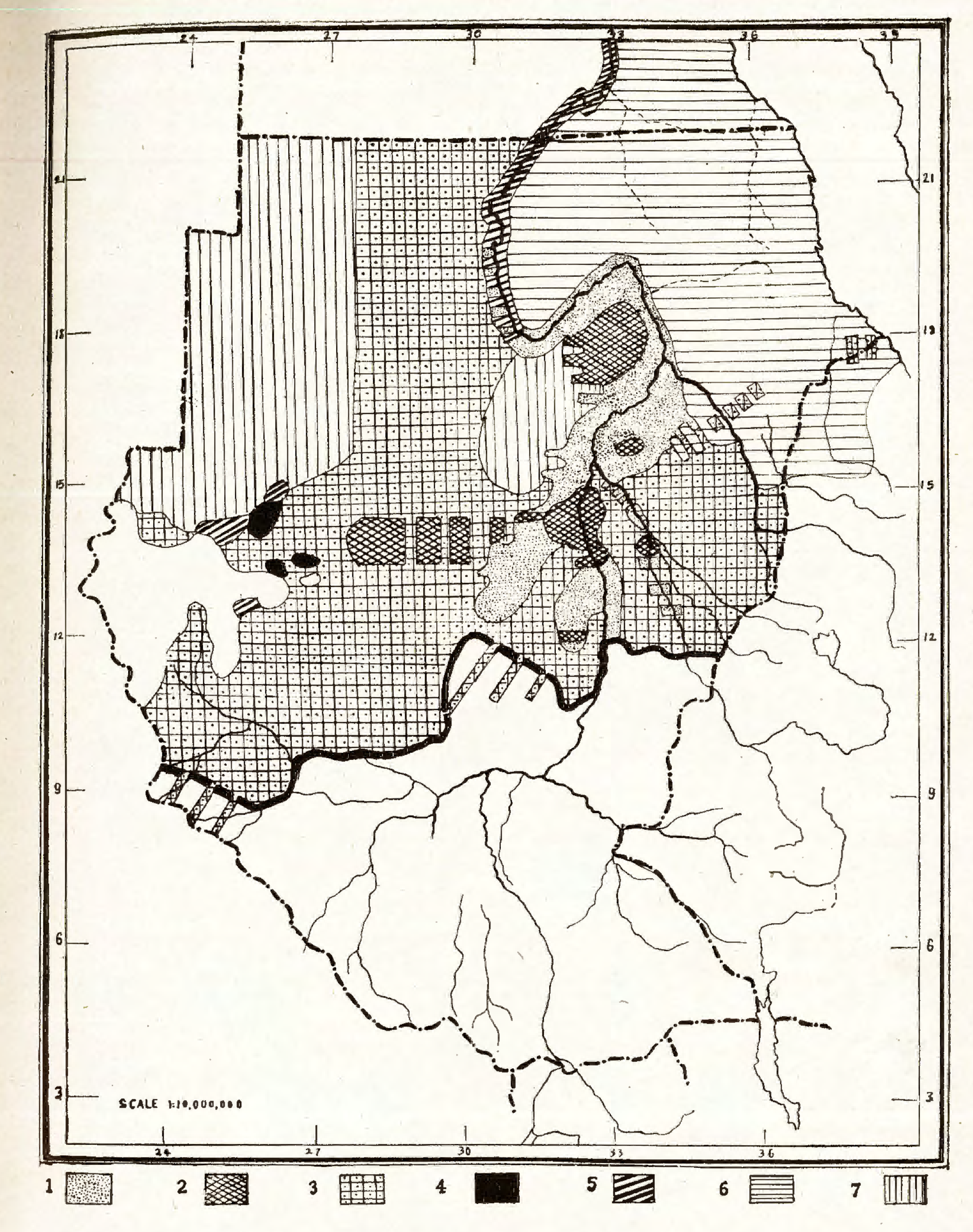
IV. The routes followed by the penetration of the different groups.

V. The results of the diffusion of Arab influences in the Sudan.

Before referring to the extent to which Arab influences have penetrated the Sudan, it is useful to glance at the main geographical features of the country, which have had an important effect upon such penetration. The most important of these features are :

1. The proximity of the Sudan to the Arabian Peninsula. The Red Sea has never been a formidable barrier to intercourse between the two opposite shores. In the extreme South of the Red Sea, the distance separating Africa from Asia is negligible, and continuous intercourse in the southern part of the Red Sea has been maintained from very ancient times. As we go further north such intercourse becomes relatively less frequent; but has never been absent even in ancient times. It would be indeed very unusual, if such were not the case, because the Eastern shores of the Sudan are at no great distance from the coast of Yemen and ʿAsir, lands which have admitedly maintained continuous intercourse with Africa. It has sometimes been argued that immigration from Arabia directly to the Sudan has been insignificant because the part of Arabia bying opposite the Sudan has a rather small population, which, in addition, has little experience of sea-faring. But this argument cannot apply to the period following the spread of Islam when contact with Arabia began to be regularly maintained.

2. The second important element in the geography of the Sudan, which has strongly affected the penetration and diffusion of Arab influence there, is the uniformity of the topographical features of the country. A limited area in the East, bordering on the Red Sea, consists of very rugged country, with many peaks exceeding 1000 metres above sea-level. This area is further intersected with Khors and deep valleys which make it relatively difficult to traverse. But taking the Sudan as a whole, this area is of limited extent; and as such has certainly acted



Ethnographical Map of the Northern Sudan.

1. The Ja'liin group.
2. The Kawahla group.
3. The Guhaina group.
4. The Berti.
5. The Nubians.
6. The Beja Tribes.
7. The Libyan tribes.

as an effective barrier to full penetration and diffusion of Arab influences. Other areas which have played a similar role and which are even more limited in extent have been the scattered rugged highlands of Dar-fur, of Southern Kordofan and the Gezira.

With these exceptions, which probably do not constitute more than one tenth of the whole of the Northern Sudan, the rest of the country consists of vast open country, which for hundreds of miles does not offer any serious handicap to the movement of small or large groups of men with their herds and equipment; whether such movements are of a peaceful or a hostile character. In fact this facility of movement goes beyond the present political boundaries of the Sudan to the countries further west, north and south; so that wandering tribes have a vast field for their migrations both within and into the Sudan. In this way many Libyan influences have also found their way at all times to the Sudan.

This facility of movement, together with the restlessness characteristic of all nomads, has led in many instances to a wide and often irregular distribution of some tribes, so that portions of each tribe often live hundreds of miles away from its principal home, a fact which is a constant headache to any person attempting to draw an accurate and up-to-date map of tribal distribution.

Easy movement into the Sudan is thus possible from the north and the west of the south; and naturally the migration of Arab tribes has been mainly from the north, either East or West of the Nile Valley.

Negro tribes in the south have no topographical difficulty to hamper their movements towards the north. But such movements have always been limited by the climatic factor, which affects the extent of lands suitable for their cultivation and for pasturing their cattle. Thus the negroids were never tempted to migrate further north than the 12th parallel of N. latitude unless they are forced to do so [1]. The same climatic factor which has prevented Negroid penetration to the north, has had a similar influence on the Baggara of Kordofan and Dar-fur,

[1] Those writers who have spoken of invasions by Negroids reaching as far North as Nubia, have usually lost sight of this important limiting factor.

who, since they have taken to breeding cattle, are now confined to the Savanna belt, and are the least mobile of all nomadic tribes.

In the light of the above description of the physical features of the country it is possible to give a reasoned account of the extent to which Arab influences have penetrated in the Sudan. The line usually drawn to separate the Northern : Arab and Caucasic, from the Southern Negroid areas, is a very irregular line in the geometrical sense, but quite a logical one, when all factors affecting it are taken into consideration. This line has its most southerly extension in the west of the Sudan, where it has penetrated to the Basin of the Bahr el-Ghazal, almost to the 8th parallel of N. Latitude. Curious as it may seen Arab influences have penetrated along the river Nile itself much more slowly than in the vast regions of the western plains, and the line separating the south from the north is usually drawn here along the 12th parallel, where the S. boundary of the Arab tribes joins that of the Dinka. Thus Arab influences have penetrated in the west some 400 kilometers further than they did on the Nile valley. But this difference in the rate of advance in the two regions is by no means difficult to understand. Penetration along the Nile has to be effected through an area of a relatively more concentrated sedentary population, and its march must necessarily be much slower than in the open plains, more aparsely populated and more suitable for the needs of pastoral tribes, employing vast flocks of camels as their means of transportation. A pastoral people must necessarily advance much faster in grasslands than in lands devoted largely to agriculture. There are, so to say, two different techniques of penetration : one of a steady advance in the pastoral plains and one gradual infiltration and absorption in the settled riverain areas. This phenomenon is evident not only on the 12th parallel, but is equally true of the penetration of Arab influences in Nubia, and indeed in Egypt itself.

It is important however to note that although the 12th parallel is the limit of Arab tribal areas as such, it is by no means the limit of Arab cultural influences, because the northern Dinka and even some part of the Shilluk country further south have felt the impact of Arab cultural influences in various degrees.

II

In the extreme east of the Sudan the penetration of Arab influences goes even beyond the southern political boundaries of the Sudan into the land of Erythrea, where the boundaries have no cultural or ethnographic significance. Over these eastern areas Islam has become the established religion, and the Arabic language has had a considerable influence. But Arab tribes as such are few, and the Beja communities have been able to maintain their native tongue, though much influenced by its contact with Arabic. It is thus interesting to note that the penetration of Arab influences has manifested itself in a variety of ways in different parts of the Sudan; and it is permissible to attempt here a distinction of these varieties. For this purpose we may accept as a criterion the three most important elements by which groups are distinguished from one another. The first element is that of race, that is the physical characters which distinguish a certain group, in this case the Arabs; the second element is language in this case Arabic, the third religion (namely Islam). There are of course other aspects of cultural and social influences which could be employed as criteria, but these are far more elusive, and their introduction will result in unnecessary complications. If, therefore, we are content with the three elements of race, language and religion as our criteria for measuring the extent of the penetration of Arab influences in the Sudan, it is possible to distinguish three categories, in which these influences show themselves.

First and formost comes religion, being the element which has had the greatest diffusion, and has affected individuals and communities, whose race and language have been subject to little or no Arabic influence. The groups which have preserved their native tongue, though slightly affected by Arabic, as well as their racial type, are found both in the northern Caucasic areas, and among the southern Negroids. The most important of these groups are :

1. The Nubians of Nubia proper, especially the Mahas and Sukkot,
2. Most of the Beja tribes, notably the Bisharin, Amarʿar, Hadendoa and Beni Amer, who have managed to preserve their native To-Bedawi tongue, and have absorbed only a small proportion of Arab blood.

Both these groups are Hamitic in race, and were in possession of their present homelands long before the penetration of Arab influences. Other Hamitic groups professing Islam but retaining their distinctive tongues, are such relatively recent immigrants from Libya, like the Zaghawa, the Gur'an and Bidayat of the extreme north-west.

Turning to the Negroid peoples of the Sudan, we find that the Fur and other kindred tribes occupying the highlands of western Dar-Fur have all adopted Islam, but have preserved their distinctive languages and dialects. Arab blood has certainly affected many elements like the Kungara, but has not fundamentally altered the racial composition of the populations as a whole. These peoples occupy a high country, difficult of access, whose penetration will be naturally much slower than the surrounding plains. It is thus not surprising that Arab influences, other than religion, have not affected the population, nor is it surprising that we hear accounts of pagan practices still in existence there, despite the adoption of Islam.

Negroid groups which have adopted Islam other than the Fur are relatively few, and are mostly those living immediately to the South of the Arab-Negroid boundary line. In the Djezira, Islam has made some progress in the open country, South of Singa to the Abyssinian frontier. But tribes occupying hilly country like the Ingassana, have been little affected. The northern Dinka on the other hand, have been strongly influenced by Islam, and the town of Renk is rapidly becoming a Muslim town.

There are of course some Arab cultural influences, to a limited degree, in the Southern Sudan, as would indeed be quite inevitable in a country submitting to the same government and administration. But since this penetration has not affected whole tribes it is not considered sufficiently important to form a category by itself.

The second aspect of Arab influences consists of those groups who have adopted both Islam and the Arabic language, but who are not counted among the Arab tribes and are therefore not described as Arab

although they may have absorbed a great deal of Arab blood. Groups of this kind are few but are instances of an interesting phenomenon. In fact I can think of only two good examples of people who are not of Arab origin but who have adopted not only Islam, but also Arabic. The first of those are the Ababda who live partly in the Sudan, and partly in Egypt, and who are definitely a branch of the Bisharin, that is a Beja people. The geographical situation of their homeland leading as it does to continuous intercourse with Arabic speaking communities is a sufficient explanation of this phenomenon. The other example is the southern Mahas who still persist in calling themselves Mahas, although they now live far from their original dar. These now occupy the island of Tuti, near Khartum, Eilafun and a few other places on the Blue Nile. Thus they live in an environment where Arabic culture is dominant, and where it would have been impossible for them to preserve their own language.

It is possible that there are other examples of communities who have adopted Islam and the Arabic language, but are not recognized as Arab. But this category remains, however, a very small one as compared with the other two.

The third category is by far the largest and the most important element in the whole population of the Sudan. It consists of all the communities and tribes who not only profess Islam and speak Arabic but who consider themselves as Arabs and descendants of Arabs, whose ancestors have lived in the Sudan for several centuries, though some of them are relatively late arrivals.

These Arabs as a whole possess a tribal organization, some tribes being much larger than others, and some are more organized than others.

The exigencies of modern economic and social life, and the growth of large-sized towns has made it rather difficult to maintain the previous tribal cohesion, especially when a new administration has developed with new authorities other than those of the heads of tribes. There is no doubt that tribal cohesion was at one time much stronger than it is at present, but even now, every Arab in the Sudan takes pride in the tribe to which he belongs and often derives considerable prestige from his tribal connections.

It seems also fairly certain that at one time practically every individual belonged to a recognized tribal group, though in every age there must have been some persons who have lost their tribal connection. The number of such individuals has considerably increased, as a result of economic conditions, the growth of towns, and other factors which have tended to loosen the tribal bonds. Nevertheless, the number of these detribalised individuals does not make a considerable proportion of the whole population, although with the continual growth of city life, with all its complexities, their number should be on the increase. But these individuals or groups who at present do not belong to any tribe, did not necessarily belong to an Arab tribe, but may have belonged to a Beja or Nubian group.

The important fact remains that the Arab communities in the Sudan are generally organized into a large number of tribes, whether they lead a sedentary, nomadic or a semi-nomadic existence. This by itself does not mean that they are recent arrivals in the Sudan, because a tribal organisation is equally characteristic of the Beja, who have occupied their present homes from time immemorial. The question of the date of the penetration of Arab influences in the Sudan will be dealt with later. It is sufficient at this stage to refer to the vast area occupied by those tribes who both profess Islam, speak nothing but Arabic, and always speak of themselves as Arabs and nothing else [1].

Doubt has been expressed by several writers, usually European, as to how far these tribes are justified in describing themselves as Arab, that is people whose remote ancestors have lived in Arabia, and are connected with some well-known Arab tribes. Many writers often refer to them as the 'so-called Arabs', or as arabised Hamites or even as Arabised Negroes. Thus we often hear that the Kababish consist of a large nucleus of Beja, around which this large Arab tribe was built. Sir H. Macmichael describes another tribe, the Gamu'iya, who live north and south of Umdurman, as semi-negroid and considers this as due particularly to « ancient intermarriage between Arab immigrants and

[1] Unlike the Beja tribes who, while claiming an Arab desend describe themselves as Bisharin, Hadendoa, Amar'ar, etc.

free aboriginals of Nuba stock». Again speaking about the Gwam'a he says that «taken as a whole they are darker in colour and more debased in manners and that the original Arab mucleus of the tribe was small [(1)]».

It is unnecessary to give other instances of the opinions of such writers. It is sufficient to note that all or most of them admit in every case a nucleus of Arab race in every tribe, such a nucleus being much larger in some instances than in others. It is not denied that almost every Arab tribe has absorbed a certain amount of individuals or even groups belonging to communities which existed in the country before the immigration of the Arabs. This has indeed been the case with every country to which the Arabs have immigrated and is not peculiar to the Sudan. The Arab Caucasic type has also been considerably modified in some cases by the slave trade, the effect of which is visible even here in Egypt. Some writers seem unable to give this particular factor the consideration which it merits. But any student of social conditions in the Nile Valley must be struck by the magnitude of this factor. As an example of its importance may be mentioned the fact that the first treaty concluded, in 651 A. D. between the Arab rulers of Egypt and the king of Nubia, provided for the latter to hand over 360 slaves male and female every year; and this treaty has been kept with short interruptions for almost 600 years. In fact the existence of domestic slavery in such large proportions affords all the explanation required for the occurrence of negroid traits among the Caucasic Arabs, Nubians or Beja.

The lands to which the Arabs immigrated do not seem to have at any time been the home of negroid peoples. The autochtonous population in this area is usually referred to as 'Anag a people who, according to the best evidence available were similar to the Nubians or Beja, that is of a Hamitic Caucasic stock, though this does not preclude the

---

(1) *Hist. of Arabs in the Sudan,* vol. I, p. 223. It should be noted that Macmichael gives a rather broad significance to the term Nuba, by which he designates the original negroid population and gives it a much larger distribution in the lands now occupied by the Arabs, which seems to us quite unjustifiable.

possibility of a certain proportion of negroid blood, acquired through the slave trade.

It would seem, therefore, amply justifiable that all the tribes of the Sudan who speak arabic, profess Islam and claim Arab descent, should be described as Arab tribes whose ancestors have immigrated into the Sudan at some early or relatively recent period.

III

For such an immigration to affect such vast areas a considerable period of time must be allowed. We cannot think of one wave but of several waves of immigration covering many centuries, even though it may be difficult, or impossible, to trace all or even most of the steps by which this enormous transformation was accomplished. One cannot accept the verdict of those writers who claim that the penetration and diffusion of Arab influences in the Sudan did not begin seriously until the conquest of Nubia was completed in the fourteenth century. Such writers are usually under the impression that the only route leading from Egypt to the Sudan is that which follows the Nile valley, and that independent Nubian kingdoms must have acted as an affective barrier. It is indeed doubtful that the Nile route was at any time the most important route by which Arab influences entered the Sudan in view of the fact that travelling was mostly by camel caravans for which the settled agricultural lands of Nubia would not be the most suitable.

In considering the antiquity of the earliest movements to the Sudan most writers consider that there was hardly any Arab immigration before the rise of Islam, or even before the Arab conquest of Egypt in 640 A. D. This statement may on the whole be accepted as true, although one must not fail to recognize the fact that some Arab infiltration in the Nile Valley must have already taken place and one cannot completely rule out of court the tradition so persistent among the people of the Savanna belt like the Kanem and the Bornu and others, that their rulers were connected with the Za's of Yemen. Yemenite influences in East Africa reach to several centuries before Islam, though how far these affected the Sudan it is not easy to decide.

If we accept as true that Arab influences in the Sudan began after the Arab conquest of Egypt we are at once struck by the rapidity with which these influences began to spread beyond the southern boundaries of Egypt. In the year 651, barely eleven years after the conquest, we find the Arab governor of Egypt Abdullah Ibn Sa'd after conquering Dongola concluding a treaty with the Nubian King, which includes the important provision that the Nubians shall preserve the mosque which the muslims have built in the centre of their town, shall not prevent access to it by any Muslim, shall keep it clean and well lit and not desecrate it in any manner [1]. Most writers have failed to acknowledge the full significance of this provision. Suffice it to say that it indicates that the Muslims barely ten years after the conquest of Egypt, have become sufficiently numerous in Nubia to build a mosque and that a sufficient number of Arabs were passing through Nubia at that time, probably for trade, so as to justify the inclusion, in that early treaty, of special provision to guarantee their freedom of worship. Thus there is full justification for a claim that Arab influences began to penetrate the Sudan in the middle of the Seventh century.

Mas'udi [2], writting in the 10th century, describes with some detail how Arabs from Mudar and Rabia and even Kahtanites, but particularly Arabs from the Hejaz began to purchase lands to the South of Assuan, so that during the next two centuries, the whole of the country up to Wadi Halfa became very much Arabised and was known as the land of Maris, the ruler of which became known as Kanz-ud-Dawla, who no longer owed allegeance to the king of Nubia. Other testimonies all go to prove that the penetration of Nubia by Arab influences became an established fact, though the full conquest of the country was not accomplished until the beginning of the fourteenth century.

But Nubia was not the only route through which Arab influence were penetrating to the Sudan. To the east of Nubia, between the Nile and the Red Sea was the land of the Beja; and we are informed by Makrizi, quiting an Aswani chronicler, Ibn Salim, that even they began to be

---

[1] See MAKRIZI, p. 323 of the *Arabic Cairo Edition* (1324 *h*).

[2] *Mas'udi*, vol. I, p. 181, Cairo, arabic edition.

converted to Islam in the time of the same Abdullah Ibn Sa'd, that is, in the middle of the seventh century, though Makrizi describes their Islam as rather weak. Early in the 9th century, we find the first treaty concluded in the time of Al Ma'mun between the Governor of Egypt Abdulla ibn al Gahm and the chief of the Beja : Kanun Ibn Abdel Aziz, whose name indicates some kind of weak conversion to Islam. This treaty contains the usual provisions for the protections of mosques, and for free safe passage through Beja country to all arab traders or travellers as well as safe passage to the agents of the Arab ruler when they travel through Beja country to collect the contributions to be paid by *such Beja as have embraced Islam*.

The last provision is particularly important in so far as it indicates that the spread of Islam has advanced in the somewhat distant interior of the Beja country. There was another important factor which helped the spread of Arab influence in this quarter, namely the existence of gold mines in the Allaqi valley, which led in due course, to the establishment of a veritable Muslim colony in this part of the Sudan. Nevertheless the progress of Islam was slow. We read again in Mas'udi that the Beja of his time (the 10th century) were partly muslim, partly Christian and partly pagan, the paganism being the cult of Isis, derived from contact with ancient Egypt.

The land of the Beja was again attacked by Arab influences from still another direction, namely, the Coast of the Red Sea. At some early date there must have been an immigration of Arabs of Bani Kahil. Ibn Battuta found them between Aidhab and Sawakin. They seemed very much at home, and must have been there for a long time. They could even speak the language of the Beja, and by intermarrying with them, were able to acquire important positions among them, because of the system of inheritance prevailing among the Beja, which permitted a man to inherit his maternal uncle. There is little wonder that the present Beja tribes all claim descent from Kahil, the ancestor of the Kawahla. This Kahil according to accepted Arab genealogy was a son of Assad, son of Mudrika. The Bani Assad were settled in the neighbourhood of Aga and Salma in N. E. Arabia from which country they were ousted by the tribe of Tai, a Kahtani tribe. They migrated to the

west until this particular branch of Bani Kahil gradually crossed the Red Sea and settled in the land of the Beja. It is unlikely that the Kawahla entered the Sudan by way of Egypt as the majority of Arab tribes did.

Thus Arab influences spread through the land of the Beja and a great deal of Arab blood found its way to these ancient Hamitic communities.

While the kingdom of Nubia or as it was usually called Makurrah remained independent, the lands further south did not remain uninfluenced by Arab immigration. To the South of Nubia; beyond the junction of the Atbara and the Nile was the land of the Gates « al Abwab » beyond which was another christian State, the kingdom of Alwa with its capital Soba near the junction of the White and Blue Nile. Ibn Salim writing in the tenth century described Soba as a large city with gardens and churches and fine buildings, and containing a settlement (Ribat) for the Muslims. He further mentions that the king of Soba had a large army with horses without number. There can be no doubt that all this indicates a considerable amount of[1] trade with the Arabs, because horses were among the most important items in the trade with the sudanese kingdoms. There can be but little doubt that with Arab trade, other Arab influences were also felt in this area, lying so far to the south, and this occurred already in the 9th century.

It would take us far beyond the scope of this paper to give further instances of the gradual but persistent and increasing penetration and diffusion of Arab influence at this early period. The instances given, however, leave no doubt that this penetration began immediately after the Arab conquest of Egypt and has been continued ever since, although, like all such phenomena, it was considerably accelerated in later centuries, particularly those preceding and following the complete subjugation of the kingdom of Nubia at the beginning of the 14th century. It should also be borne in mind that the question is not only that of penetration from without but also of the spread and diffusion within the Sudan. For, once an important centre of Arab influence is established, it soon becomes a source from which such influences will spread into neighbouring lands.

---

[1] See *Makrizi Khelat,* p. 311.

IV

It will be interesting to see whether it is possible to examine the routes which these movements of Arab influences have followed, until they led to the spread of Arab blood and Arab culture and institutions throughout this vast area. Before attempting such an analysis it is helpful to begin by classifying the different tribes into more closely related groups. In this connection it will be remembered that in their original home in the Arabian peninsula, the Arabs have for several centuries before Islam been devided into two large groups, a southern and a northern. These are sometimes described as Yemenites and Hedjazites, but this description is far from accurate, because the southern have a larger home than what can accurately be described as Yemen, and the northern group has always occupied other lands besides the Hedjaz. In fact, the terms Southern and Northern soon became rather inaccurate except as an indication of their ancient original homes, because of the large wanderings which carried the southern elements to almost every corner of the Arabian Peninsula. More conveniently the two sections are described as Kahtanites and 'Adnanites that is descendants of the two great ancestors : Kahtan and 'Adnan, the alleged founders of the southern and northern sections respectively. The two sections differed considerably in their outlook, their languages and institutions. But of particular interest to us is the fact that the southern group usually had contacts with East Africa, while the northern has spread into the lands of the Fertile Crescent. After the Yemenites, however, were able to spread to many parts in the north and centre of Arabia they were able to participate in all activities resulting in the diffusion of Arab influences into Syria and North Africa. Thus we find that by far the greater part of the army led by 'Amr ibn el'Asi in Egypt in 640 A. D. was composed of sections of Kahtanite tribes.

This division of Arab tribes into these two large sections has persisted throughout history, and has always been quite manifest in every country, where there has been an immigration of Arab tribes, whether in Syria, Egypt, Northwest Africa or even Spain. The same is true of

the Sudan, though here the distinction is not referred to as being between Kahtanites and 'Adnanites, but rather between two tribal divisions derived from them [1]. Thus it is possible to divide the Arabs in the Sudan into separate groups; and, but for the habit of easy wandering from place to place, to which the topography of the land lends such ample encouragement, it might have been possible to find each group living in a separate homeland of its own.

The usual division of the Sudan Arabs into two principal groups : Ja' liin representing the northern Arabs and Guhaina representing the Southern, which is the one adopted by Macmichael is certainly the most convenient. The Ja'liin claim descent from Abbas the uncle of the Prophet, and are thus a branch of Qoreish, a large Adnanite tribe, whose home has been in the neighbourhood of Mekka. Guhaina is a subdivision of Kuḍa'a one of the largest of all Yemenite tribes.

But while these two large sections of Sudan Arabs certainly embrace three quarters or more of the Arab population in the Sudan, they do not include every tribe. It is important to distinguish at least another group, the Kawahla or Bani Kahil, already referred to, because despite their numerical inferiority, they must have played an important part in the spread of Arab influences and are known to be one of the earliest immigrants in the country. They claim descent from Kahil, son of Asad, son of Mudrika, and must therefore be reckoned as of 'Adnanite origin, but they are too distantly related to the Abbasside Ja'aliin to be included with them. Beside the Kawahla there are other much smaller tribes also belonging to the 'Adnanite branch but they are much less important and could be overlooked in the present discussion [2]. There are also some smaller sections of the Yemenites like the Rashaida and Zubaida who are recent immigrants to the Sudan, and do not count as Guhaina.

The distribution of these different groups is very intersting especially

---

[1] See a good summary of the division of the two sections in the first volume of Kalkashandi : *Subh al A'sha*.

[2] Such, for instance are the Kenana and Degheim who have intermarried with the Jai'liin and with some Baqqara.

that it raises some important questions concerning the manner by which such a distribution was accomplished.

There is very little historical evidence to guide us in elucidating the principal stages in this development, and it is inevitable that we should make the best of what little evidence there is.

The Ja'liin group are rightly considered the most important of all the Arab sections in the Sudan, their importance being enhanced by the homes they have occupied where the population is relatively more concentrated. The group consists of a large number of tribes living mostly, but by no means entirely, along the Nile Valley from Dongola on the north to the borders of the Dinka country in the South. Only one of their tribes is called the Gai'liin proper, and they occupy the valley between the Atbara junction and the Sabluka cataract. Other members of the Ja'liin group have other names like the Meirafab, Rubatab, Manasir, Shaikia, Bideiria, Gimmi'a, Batahiin and others. Their distribution follows largely the course of the Nile; but three features of the distribution should be taken into consideration.

1. The first feature is that some of the tribes have left the Nile valley and have founded a home in the grasslands of Kordofan, like the Bideireya and Gawam'a, while another branch, the Batahiin, have established their home in the Butana plains. It was natural that some sections of the Ja'liin, preferring to pursue a pastoral mode of existence, should have left the Nile Valley, better suited for settled sedentary life.

2. The second and more interesting feature is that while the distribution continues uninterrupted north of Khartum on the White Nile, to the South, it is interrupted by the intrusion of Kawahla who under different names occupy the central part of the river, leaving members of the Ja'aliin group to the north and south of them. Such a condition would seem to suggest that this intrusion of Kawahla is subsequent to the expansion of the Ja'liin.

3. The third and perhaps most interesting feature is that in the extreme north of their present home, as well as in the extreme south,

the Ja'liin tribes live side by side with other non-Ja'li groups. This is particularly interesting in the Dongola district which they share with Dongolawi Nubians, the latter occupying by far the larger portion. In fact, from Debba to Dongola, the distribution of Arab elements becomes smaller and smaller, though it is much more evident in the principal towns [1].

This fact is of some importance, because it certainly suggests that the march of Arab influences, which led to the establishment of the Ja'li group did not proceed from the north to the south in a regular expansion, wave after wave; but that the area in the Sudan from which Ja'liin spread, the original home, so-to-say, of the Ja'liin was somewhere on the main Nile, in a region sufficiently central to permit an expansion in two directions, to the north and to the south, or more accurately upstream and downstream of the River. There is no historical evidence or local tradition to help in identifying the original area where the Ja'liin group was formed and from which it spread; and we are obliged to rely on such geographical facts as may afford an indication of such an area.

Most of the lands of the Nile between the junction of the Blue Nile and the Southern Egyptian boundary was divided between the two kingdoms of Makurra, with its Capital at Dongola, and Alwa with its Capital as Soba. It is probable that the influence of the two states and their effective rule diminished the further we went from the two capitals. Thus an area between the present Shindi in the South and Abu Hamed in the North would seem to be equally distant from the centre of authority of the two kingdoms.

Another factor pointing in the same direction is the fact that the Nubian kingdom with all the restrictions which it imposed upon penetration *en masse* by Arab groups, along the Nile Valley would render such penetration quite impossible, although they did not prevent regular

[1] In view of the fact that the Dongolawi speak a Nubian dialect, there does not seem to be any justification for their inclusion as part of the Ja'liin group, which was considered necessary by Sir H. Macmichael in his history of the Arabs of the Sudan, though undoubtedly they have been strongly influenced by Arab racial elements.

and continuous infiltration by individuals or small groups. The Arabs were able at a very early date, to establish themselves south of Aswan up to and beyond Korosko, in the country which came to be known as Maris, but beyond that area further progress along the Nile in large numbers was impraticable. In Maris itself, many sections of Arab tribes including some of the tribe of Koreish, *i.e.* the one to which the Ja'liin belonged, were established.

But if the route along the Nile was blocked by the Nubian kingdom, there was another and more convenient route, also one more suitable for the migrations of pastoral people, employing camels as their means of transportation. This was the route which leaves the Nile valley in the neighbourhood of Korosko and proceeds across the Atmur desert towards the South-East, until it joins the Nile Valley again in the neighbourhood of Abu-Hamad. The distance is some 200 miles in length and, although the land is arid desert, it does possess some supply of water, and the route was very frequently employed. It is sufficiently remote from the sphere of influence of both the Nubian authorities and the Beja chiefs, who always tended to wander nearer the eastern highlands. It would seem, therefore, quite likely that it was along this route that Arab influences moved into the Nile Valley and it was in the land South of Abu-Hamad that the Ja'aliin would find it possible to mingle with local population, gradually gaining in numbers and ascendance. A home for the first Ja'liin group would thus be established extending from Abu-Hamad in the north and stretching along the Nile in an area to which it is unnecessary to place a limit but which must in due course and at a relatively early date have extended up to or beyond the Atbara junction. Abu-Hamad is equally well suited for movement in two directions, one to the south-east towards Berber and Shindi, and the other towards the south-west in the direction of Napatha (now Merowe) and ultimately reaching Dongola.

It would thus seem most probable that immigration to Abu Hamad became sufficiently advanced, a powerful unit was formed in an area extending further south of Abu Hamad, which was able to dominate the country and to help in spreading both Islam and the Arabic language. There is every reason to suppose that some powerful leader must in

due course have arisen who became practically a supreme ruler, and perhaps the founder of a dynasty. There is thus no need to deny the existence of one Ibrahim, the great ancestor of all the Ja'liin, or to deny that he belonged to the house of Abbas. Of this Ibrahim we know very little except that he was a benevolent ruler, and that he showed the usual Arab hospitality and liberality to the original inhabitants of the country. He seemed to have pursued a policy of rapid assimilation of the preexisting people and he is alleged to have said to them «جعلناكم منا Ja'alnakum minna» (we have made you as ourselves). He must have repeated this sentence so often that he became famous for using it and he soon became known as Ibrahim Ja-li and his descendents and adherents the Ja'liin. However strange it may seem to Europeans there is nothing unusual in giving to a man a name or a nickname derived from a word he often repeats. There is of course no reason why we should accept as absolutely accurate all the genealogies and traditions, which are claimed by the different Ja'li sections. But there is equally no reason to discredit them entirely; and it is indeed quite reasonable to recognize the nucleus of truth in most, if not all, of them. At the present time, only one group is called Ja'liin proper, the one with its capital at Shindi, their neighbours to the north are the Meirafab and the Rubatab, and the fact that they all derive from a common origin is undeniable. The names of many of the Ja'liin tribes as well as the names of their subdivisions often end with the syllable «*ab*» common to the Hamitic Beja and to the Nubians. Added to a proper name, like Hassan or Ali, we get the Hassanab or Aliab, meaning the descendants of Hassan or Ali. But there is no reason for considering this custom as evidence that the Ja'liin are just arabised Hamites. There is no denying the fact that a considerable Hamitic blood has been absorbed. But it is equally certain that pure Arab elements have settled in large numbers in the area; and without this assumption it is impossible to imagine the complete and rapid establishment of Arab influences in this most important area in the whole of the Sudan.

No doubt the use of the syllable «ab» as an indication of the relationship of a group to their ancestor, was found very convenient by the Arabs, and was easily adopted by every Arab tribe in the whole of the

Eastern Sudan to the Red Sea, that is, the area where Hamitic influences have prevailed to the Nile Valley. These Hamitic influences were strongest, as is still obvious, in the region adjoining the Red Sea, and extended westward to the Nile Valley, but they were less marked here than they were further east. West of the Nile they were probably never very strong and those Arab tribes who followed a purely Western as Libyan, route, in their migrations, were least influenced by Hamitic traditions, and never, as will be shown presently, acquired the custom of using the Hamitic ending «ab».

After the Ja'liin it is useful to consider the migrations of a much smaller group, the Kawahla, not because of their numerical importance, but because they are also of «Adnanite» (North Arabian) origin, like the Ja'liin, and because they were among the very earliest groups of whose existence in the Sudan we have some historical evidence. At some early date, the ninth century or earlier, groups of Kawahla settled in the Red Sea area, among the Beja. The Bani Kahel, as previously mentioned, were a branch of the tribe of Bani Asad, well known in arabic literature because they killed their tyrannical ruler, the father of the great poet Imrul-Kais. Their home, to the north of Nedj, was subsequently occupied by the Bani Tai; the Kawahla presumably wandered further west until they reached the arabian side of the Red Sea. We do not possess any information regarding their wanderings, but there can be no doubt that they reached the Sudan side of the Red Sea by boat, and soon settled peacefully, and in gradually increasing numbers, among the Beja in the neighbourhood of Aidhab. Intermarriage soon developed and because of the usual Beja and Nubian custom of a succession, which enabled a man to inherit and succeed his maternal uncle, the sons of preminent Kawahla chiefs were able to become the heads or chiefs of Beja communities. This must have continued for a considerable time, until it involved practically all Beja groups; because all Beja today claim descent from Kahil himself. It would thus seem that the Kawahla played a principal part in spreading Arab influence, particularly religion, among the Beja. They apparently were unable or did not wish, to impose their language upon the Beja, but very wisely learned the Beja language, as Ibn Battuta

tell us [1] and were thus able to maintain intimate relation with them.

At the present time there are no Kawahla in the Beja country; most of the Kawahla, at the present time in the Sudan, live in central Kordofan in which they are relatively recent immigrants. Sections of Kawahla, the Hassaniya and Husseinat and others, live along the White Nile, and much smaller groups live in the Sennar district, in the Butana and elsewhere. The Kawahla of Kordofan possess similar genealogies to those of the Beja; and since they are relatively recent arrivals in their present homes, it seems reasonable to suppose that they have followed a route from east to west until they reached it. It is highly unlikely that this western section of Kawahla represent a special distinct immigration from Arabia. It is more reasonable to suppose that when the Kawahla settled in the Beja country, sections of them, which did not unite with the Beja, gradually drifted towards the West, each section or groups of sections seeking a new home. The most westerly, also the most nomadic, settled in central Kordofan, as close neighbours of the Kababish, about 200 years ago. Only by assuming such an east-west route for the migrations of the Kawahla, can we fully explain their present distribution.

It remains to consider the third group of Arabs, the Guhaina whose importance in the Sudan is only second to that of the Ja'liin, and whose homes are not along the main Nile Valley but in the plains to the East and West, particularly the latter.

Guhaina is an important branch of one of the most important of all Yemenite tribes, Kuda'a. For a long time the home of Guhaina was established in the northern part of the Hejaz, along the eastern shore of the Red Sea, round the port of Yanbo'. The tribe must have been

[1] With his knowledge of Arabia and the Arabs, it is safe to accept Ibn Batuta's evidence as the true one; some confusion has arisen because both the Beja and the Kawahla of Kordofan claim not only to be descendants of Kahil but also of Zubeir ibn el Awwam. This latter connection might safely be ignored, since it was only introduced to bring the tribe much nearer to the Prophet's family. It is, however, an additional proof that the Kawahla of Kordofan derive from the same Kawahla who settled in the Beja country.

very numerous, for they not only continued to occupy their home country, but many groups of Guhaina migrated to Egypt, immediately after the conquest, and some sections of the tribe were among those Arabs who occupied the land of Maris. Ibn Khaldun, further says that many of them stayed for a while in Nubia after the conquest and then drove their herds to the plains further south in search of new homes. There is thus ample evidence to show that not only was the original home of the Guhaina near the Sudan, but that large numbers of their tribe have migrated, from the earliest times in the Islamic era, to the lands of the Nile Valley. There would thus seem to be at least two, possibly three routes by which the Guhaina reached the Sudan, an easterly route, one by way of central Nubia and a Libyan route running west of the Nile valley directly into Kordofan and Darfur. All the evidence goes to show that all three routes have been followed in these migrations which led to the distribution of Guhaina tribes both to the east and to the west of the Nile Valley.

The Guhaina tribes are easily divided into two separate groups; those living east of the Nile in the Butana, and the Blue Nile, and those living in Kordofan and Darfur. The division is not merely convenient and is not based solely on the difference of their location. It will appear, on investigation, that each section has a story of its own, and has followed a different line of immigration to the land where it is settled at present.

The most important tribes of Guhaina in the Eastern Sudan are those of Rufa'a living around the central and upper reaches of the Blue Nile and its tributaries : the Dinder and Rahad. The other important Guhaina tribe East of the Nile are the Shukriya who live largely in the Butana plain, but whose headquarters are in the town of Rufa'a on the Blue Nile. It will be noticed that these eastern Guhaina tribes occupy lands which are at no great distance from the Red Sea Coast on the opposite side of which is the great Arabian home of the tribe in the district of Yanb'o. It would thus seem that the Guhaina of the Eastern Sudan have, like the Kawahla, entered the Sudan directly from Arabia. The possibility is also not excluded that some sections of this ubiquitous tribe which has participated in the campaigns against the Beja and

the kingdom of Dongola, might have followed a north-south-route along the Eastern Desert from Egypt to the Sudan. It is possible that both routes were followed and, that once some considerable number of the tribe are established in the Etbai, they would be joined by other sections coming directly from Arabia. We find some evidence of this in the travels of Burckhart. He relates that he encountered at Berber a man who told him that he belonged to the tribe of Guhaina living in the neighbourhood of Yanbo', and, knowing that some of his kinsmen live on Blue Nile, and that they always welcome members of the tribe coming from Arabia, he has travelled via Suakin and Berber in order to join them. It is more than likely that the route followed by this immigrant was somewhat similar to that followed by many others of the same tribe.

These Guhaina who live in the Eastern Sudan have settled in a country strongly influenced by Hamitic culture, and must have absorbed a considerable amount of Beja blood. The names of their subdivisions often end with the usual ab; and this is common among both the Rufa'a and Shukria. Such is not the case with the Guhaina of Kordofan and Darfur, whose tribal subsections are always described as Awlad Humaid (Habbania) instead of Humaidab, Awlad Hassan (Rizeikat) instead of Hassanab, Awlad 'Amir (Ta'aisha) instead of 'Amirab and so on and so forth. Among the hundreds of names of subdivisions of western Guhaine enumerated by Mac Michael hardly one has the ending ab, so common among the Arab tribes of the Nile and the Eastern Sudan.

This exception to a rule so persistent along the Nile and in the Eastern Sudan cannot be a mere coincidence, but is a clear evidence that the Guhaina tribes in Kordofan and Darfur (with the possible exception of the Kababish who are known to have absorbed many foreign elements) have never lived in the Nile or in the Eastern Sudan, and have not been subject to Hamitic influences for any considerable time. The only possible assumption is that the Guhaina Arabs of Darfur and Kordofan have followed a Libyan route, from the western Desert of Egypt, and have moved from North to South, barely touching the Nile Valley at one or two spots. The Darb al Arabaïn route is a possible one to follow. It has been in existence for a great many centuries and is still used at the present time. The Baqqara tribes of southern Darfur and Kordofan, all relate that their ancestors came from the North, where they were herding camels, but that they were obliged in their present homes to be cattle-breeders.

The Kababish are somewhat an exception to this rule. The names of their subdivisions sometimes show the characteristic Hamitic ending. But it is well-known that they have absorbed elements which originated in Nubia. We also know from Ibn Khaldun that a considerable number of Guhaina Arabs have lived for some time in Nubia, after the fall of Dongola, and then have migrated to the plains further south. Their route would thus take them to the land of the Kababish, after they have sojourned among the Nubians. But it is only one portion of the Kababish tribal names that bear witness to some Hamitic influence, while the rest are free from it. It would thus seem that the Kababish represent the exception which proves the rule, that all the Guhaina Arabs of the Western Sudan have followed a north-south Libyan route.

Now to sum up, there is sufficient evidence to show that Arab influences in the Sudan have moved along three distinct routes :

a) A Nile route, which is associated with the establishment and the spread of the Ja'aliin.

b) An eastern route along the eastern desert following from north to south, which was used by immigrants coming either directly from Arabia, or from the Eastern (Arabian) desert of Egypt. Some of the tribes who utilised this route, particularly the Kawahla have subsequently crossed the country from east to west.

c) A westernly route following the Arbaïn or other routes, along the Libyan desert, occasionally touching the Nile Valley in Nubia.

Both the eastern and western routes were utilised by the Guhaina tribes in the East and West of the Sudan respectively.

TYPES D'IRRIGATION ET MODES DE PARTAGE ET DE POSSESSION DES EAUX DANS LES PLAINES DU HODNA (ALGÉRIE)

PAR

JEAN DESPOIS

I. LES CONDITIONS.

Les plaines du Hodna forment, au cœur de l'Algérie, un bassin fermé de 400 à 800 mètres d'altitude ; ce bassin est déprimé au pied d'un croissant montagneux approchant ou dépassant 2000 mètres formé par les Monts des Ouennougha, du Hodna, du Belezma et de l'Aurès, et situé en contre-bas des hautes plaines orano-algéroises et constantinoises. Cette position explique son aspect aride, avec une pluviosité annuelle moyenne inférieure à 250 mm., des étés torrides, une végétation très pauvre, apparentée à celle du désert. Les indigènes placent le Hodna dans le Sahara de même que les hautes steppes de l'Ouest.

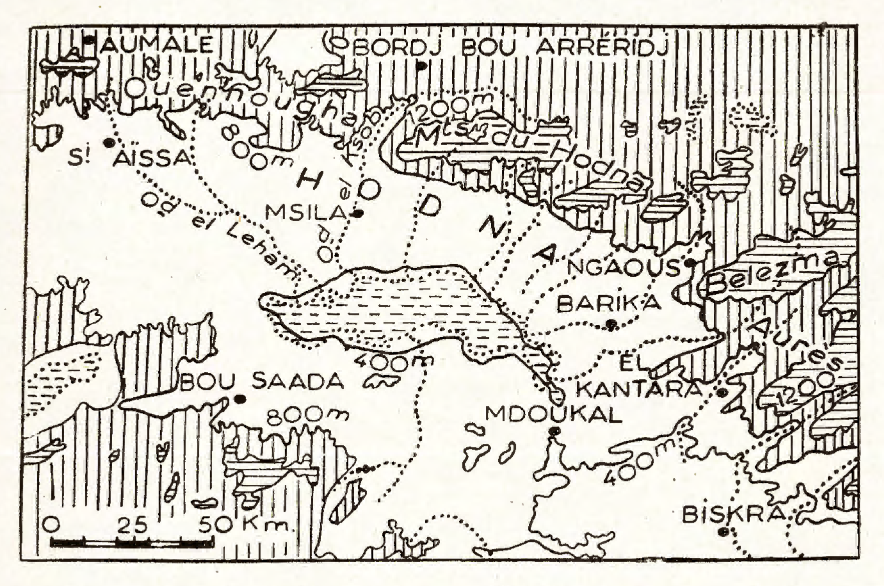
Mais cette cuvette de 8000 km² reçoit les eaux d'un bassin hydrographique de 24.500 km² qui s'étend en partie sur la zone méditerranéenne du Tell. De plus, quelques sources vauclusiennes sourdent des massifs calcaires de l'Est, et des puits artésiens remontent une partie des eaux infiltrées. Le Hodna doit sa modeste fortune à sa richesse relative en eau.

L'eau des puits artésiens, puits creusés pour la plupart dans le dernier tiers du XIXe siècle, sert surtout à l'abreuvement du bétail et aux besoins domestiques des humains. Les sources vauclusiennes — une demi-douzaine — ont un débit très peu variable de 28 à 140 litres seconde qui permet l'entretien de jardins-vergers. Il n'en est pas de

même pour les eaux des rivières. Celles-ci ont un régime extrêmement irrégulier, bien qu'elles viennent de régions méditerranéennes qui reçoivent annuellement de 350 à 500 mm. de pluie, par suite de la sécheresse de l'été et des pluies très capricieuses qui y tombent entre septembre et mai. En outre les plaines du Hodna sont, pour les rivières, une zone d'infiltration et d'évaporation d'autant plus active que leurs eaux sont étalées par les hommes qui irriguent leurs jardins ou arrosent leurs champs de céréales. En été les oueds les plus importants ont seuls un filet d'eau à leur entrée en plaine, filet vite absorbé par l'irrigation. Pour tous le débit normal d'hiver est très bas : moins de 1 m^3/seconde. Ce sont les crues, courtes et violentes, qui enrichissent le Hodna en eau. Mais elles ont un caractère accidentel, imprévisible pour les hommes; ayant lieu de septembre à mai, elles ne permettent que des cultures annuelles d'hiver (blé et orge) à l'exclusion de toute culture arbustive; enfin elles ne sont que partiellement utilisables : les barrages de dérivation ne peuvent en détourner qu'une fraction; ils sont fragiles parce qu'il est impossible de les fixer solidement sur les matériaux meubles des cônes et des piémonts alluviaux; ils doivent être submersibles sous peine d'être détruits ou contournés par le cours rapide des oueds en crue. Rien de commun entre ces essais pour détourner une partie des eaux de crue sur des champs et l'arrosage régulier des jardins, entre ces *inondations dirigées* et *l'irrigation*.

Au surplus, si l'irrigation des jardins est faite, dans la majorité des cas, par d'anciennes populations sédentaires, les eaux de crue sont utilisées surtout par des populations encore souvent semi-nomades; celles-ci n'ont trouvé à opposer au flot violent des oueds que de simples levées de cailloux ou des digues faites de lits de pierres ou de terre, alternés avec des branchages, qui ne peuvent dépasser 2 ou 3 mètres de haut, travaux fragiles mais peu coûteux et assez vite refaits.

Depuis 100 ans les plaines du Hodna, domaine de pasteurs plus ou moins nomades, voient leurs cultures s'étendre : le développement des jardins reste limité par le faible débit disponible l'été. Mais les céréales d'hiver couvrent des espaces croissants, d'autant plus que les habitants comptent à la fois sur les eaux de crue des rivières et sur des pluies non négligeables (200 à 250 mm. en moyenne).



Les plaines du Hodna.

Courbes d altitude de 400, 800 et 1.200 mètres. Noter les nombreux oueds (en pointillé) qui descendent des montagnes du Nord, bien arrosées, vers la Sebkha, à travers le piémont du Hodna.

Eaux de sources et crues d'oueds ne peuvent être utilisées et partagées de même façon, et de vieux sédentaires n'ont pas les mêmes rapports avec l'eau et la terre que d'anciens pasteurs pour la plupart encore semi-nomades.

II. LES EAUX DE SOURCES.

Les eaux des sources sont réservées aux jardins en été; mais d'octobre à mai elles sont en majeure partie dérivées vers de vastes champs d'orge et de blé pour lesquels on escompte également (et c'est là l'origine de bien des déceptions) une certaine pluviosité. Selon quels principes les eaux des sources sont-elles utilisées et partagées?

Voyons d'abord comment se comportent les habitants du vieux centre de Ngaous vis-à-vis des eaux de leurs deux sources qui débitent régulièrement 88 et 200 l./s. Elles sont partagées entre les fractions Beni Yefren de la plaine et Ouled Soltan de la montagne. La terre, pour les

uns comme pour les autres, est propriété privée (*melk*) ; le temps d'eau en est inséparable, inscrit sur le titre de propriété, et théoriquement proportionnel à la surface cultivée. Nous retrouvons là les principes en honneur dans tout le Tell. Une différence toutefois : la distribution de l'eau, au lieu de se faire rationnellement par secteur, de proche en proche, se fait par fractions et sous-fractions bien que leurs terres soient en partie mêlées. L'influence de la division tribale l'emporte donc sur celle du sol.

A 65 km. au sud-ouest de Ngaous, nous arrivons à Mdoukal qui est, avec Bou-Saâda et El Kantara, l'une des trois palmeraies les plus septentrionales de l'Afrique du Nord. Ici la propriété de l'eau est indépendante de celle du sol, toutes deux étant cependant possédées à titre privatif : l'eau se vend, se loue, s'hypothèque, se partage entre héritiers. Le propriétaire d'une parcelle de terre non irriguée peut acheter ou louer un tour d'eau. Comme les 140 bénéficiaires des 31 l./s que débite la source disposent au total de peu d'eau, ils ne cultivent pas de céréales en dehors de la palmeraie. Cette indépendance de l'eau par rapport à la terre, nous la retrouvons au désert et en particulier dans les Ziban voisins : au reste Mdoukal est déjà une oasis saharienne avec ses palmiers et son aspect de *Ksar*.

Les habitants de Mdoukal, comme ceux de Ngaous, sont de vieux sédentaires. Mais les usagers de l'eau sont parfois des semi-nomades ou des gens dont les liens tribaux se sont encore peu relâchés. Aussi, tandis que les parcelles de terre sont devenues des propriétés privées, l'eau, qui en est indépendante, mais qui est le bien le plus précieux, est-elle restée la propriété collective du groupe : chacun jouit d'un tour d'eau égal à celui des autres, mais il n'en est pas possesseur ; et, comme pour tous les biens collectifs, les femmes n'y ont pas droit, car, par le mariage, elles introduiraient un étranger dans la collectivité. Il en est encore ainsi chez les Ouled Yakîn de la petite Aïn Tadzert dans le douar Seggana ; il en était de même autrefois chez les Lhouifi du douar voisin, anciens semi-nomades qui partagent avec des sédentaires Chaouia l'eau de l'Aïn Seffian ; et bien d'autres exemples pourraient être donnés d'une possession encore collective de l'eau alors que la terre, qui en est séparée, a déjà évolué vers la propriété privée. A côté des facteurs géographiques, les facteurs sociaux ne peuvent donc être négligés.

III. LES EAUX D'OUEDS.

Dans les modes de partage et de possession des eaux des oueds, on retrouve, plus ou moins mêlées, les influences des coutumes du Tell et du Désert, mais aussi celles du genre de vie, resté plus ou moins nomade, des habitants.

Il est admis dans le Tell voisin que les riverains ont le droit de détourner les eaux d'un oued sur leurs terres, propriétés privées, au moyen d'un barrage de dérivation collectif ou privé. Ce droit est beaucoup moins exhorbitant qu'il ne semble : les barrages sont de hauteur modeste, fragiles, et ils ne sont pas étanches ; les vallées sont généralement encaissées et l'on dispose relativement de plus d'eau que de terre irrigable ; enfin sources et affluents entretiennent et augmentent le débit de l'amont à l'aval. Au Désert l'eau d'un oued, source de toute richesse, appartient à une importante collectivité ; comme le débit diminue de l'amont à l'aval, il n'y a souvent qu'un seul barrage important : tout homme ayant un terrain de culture a droit à la jouissance d'une part d'eau ; mais celle-ci, comme la terre, reste collective.

Le Hodna s'apparente, par sa nature, beaucoup plus au Désert qu'au Tell. Mais la plupart des oueds qui l'enrichissent ont une origine tellienne. Du reste les oueds ont des tempéraments différents : les uns n'ont d'eau qu'en période de crue ; d'autres coulent entre septembre et juin ; quelques-uns enfin ont encore un filet d'eau durant l'été. Mais, pour les uns comme pour les autres, ce sont les eaux de crue qui sont, de beaucoup, les plus importantes. Enfin les tribus du Hodna sont maintenant plus ou moins fixées au sol ; mais tous les barrages de quelque importance sont l'œuvre de groupes.

Sur les oueds secondaires qui n'ont d'eau que durant quelques heures après les pluies, des barrages, toujours modestes, se succèdent de l'amont à l'aval. Selon le principe tellien, chacun détourne ce qu'il peut des eaux de crue. Les riverains d'amont sont favorisés quand la crue est faible ; quand elle est forte, leurs barrages risquent d'être enlevés plus facilement que ceux d'aval, une partie des eaux ayant été étalée avant de leur parvenir.

Le droit à l'eau est inséparable de la jouissance ou de la possession du sol; il est lié aussi, obligatoirement, à la participation à la construction et à l'entretien du barrage et des canaux. Comme dans le Désert l'eau des oueds est un bien collectif, et chacun a la jouissance d'une part. Il en a été de même, et il en est encore parfois de même, pour la terre, les parcelles étant redistribuées chaque année selon le nombre des charrues. Mais peu à peu les partages se sont espacés; souvent l'habitude est prise de cultiver toujours les mêmes parcelles; on en transmet la jouissance à ses héritiers mâles. De là à s'en considérer comme propriétaire et à en disposer librement, il n'y a qu'un pas; mais il est encore rarement franchi. L'eau reste un bien collectif et l'on ne peut introduire d'étranger dans la collectivité.

Sur les oueds à débit saisonnier ou pérenne, les eaux de crues sont l'essentiel, mais le fait qu'un filet d'eau permette l'irrigation régulière de champs de céréales ou de jardins favorise l'appropriation du sol et, souvent aussi, celle de l'eau elle-même.

La plus nomade des tribus du Hodna, celle des Souamâ, continue à se partager chaque année des parcelles arrosées par le petit oued Bou amadou, à l'aval de petites sources qui entretiennent son débit. Il y a plus ou moins longtemps que les riverains des autres oueds ont abandonné cet usage autrefois général. Chez plusieurs groupes la terre est devenue *melk* (propriété privée), mais l'eau est restée collective : on peut vendre sa parcelle mais non son eau qu'il est seulement possible de louer. On évite encore de vendre la terre à un étranger et les filles n'en héritent pas. Plus souvent la terre et l'eau sont inséparables : tantôt on n'en transmet encore que la jouissance à ses héritiers mâles; plus fréquemment, maintenant, on les considère comme des biens privés, mais que beaucoup évitent de vendre hors du groupe. De plus, comme s'il fallait que toutes les solutions théoriques soient représentées dans le Hodna, les habitants de Msila, qui irriguent de vastes surfaces de céréales avec les eaux de l'oued el-Ksob, en aval de leur agglomération, possèdent la terre et l'eau à titre privatif; mais ils peuvent disposer de l'une sans l'autre, vendre une terre jusqu'alors irriguée et se réserver la part d'eau pour une autre parcelle. Cette situation anarchique est bien entendu une source de nombreux conflits. Pour

leurs jardins, serrés en bordure de l'agglomération et auxquels tout le débit de l'oued est réservé du 15 mai au 15 octobre, la situation est théoriquement la même; mais comme l'existence d'un jardin est conditionnée par la possession d'un tour d'eau, les ventes séparées sont très rares.

Quel est, d'autre part, le mode de partage des eaux? Il varie principalement selon que les eaux sont dérivées par un seul ou par plusieurs barrages. Dans le premier cas, l'eau est d'abord partagée en volume par autant de canaux principaux qu'il y a de sous-groupes, chacun ayant droit, théoriquement, à un volume d'autant plus grand que le nombre des usagers est plus fort; à l'intérieur du sous-groupe, le partage se fait en fractions de temps proportionnelles à l'étendue des diverses parcelles selon un cycle indépendant de celui des voisins : plus court s'il y a des jardins, plus long si l'on ne cultive que des céréales. En cas de crue, il peut arriver que tout le monde irrigue à la fois.

Lorsqu'il y a plusieurs barrages sur le même oued, ceux-ci peuvent fonctionner tous à la fois, ou bien séparément, c'est-à-dire successivement. S'ils fonctionnent ensemble, deux solutions peuvent être envisagées et, en fait, sont appliquées. Selon le principe tellien, chaque groupe prend ce qu'il peut avec son barrage, sans se soucier des riverains d'aval : il faut pour cela que l'oued soit relativement riche en eau et ses barrages fragiles (ex. l'oued el-Leham), ou que les dérivations soient de faible importance. Selon le principe du Désert, chaque groupe ou sous-groupe prend, l'un après l'autre, sa part qui est de quelques jours, par les barrages qui lui conviennent : tant mieux si leur tour vient à correspondre avec une petite crue (car une grande crue profite à tout le monde). Il n'y a pas de grandes difficultés quand les eaux sont partagées à l'intérieur d'un même groupe; mais les rivalités sont difficiles à éviter quand les eaux sont partagées entre deux collectivités situées sur l'une et l'autre rive.

Si, d'autre part, les barrages situés sur le même oued fonctionnent l'un après l'autre, généralement de l'amont à l'aval, chacun dérivant l'eau pendant quelques jours, puis la laissant passer par une brèche au profit des suivants, cela suppose une bonne entente, rarement réalisée, entre les groupes successifs, d'autant plus que les accords sont

menacés chaque fois que l'un des barrages est démoli et, à plus forte raison, quand l'oued déplace son lit.

La situation se complique encore quand les barrages s'échelonnent dans le Tell et dans le Hodna et que les premiers ont une certaine importance, car leurs usagers ne conçoivent pas d'autre système que le système tellien qui consiste à dériver toute l'eau dont ils ont besoin. Les inconvénients n'étaient pas trop grands autrefois quand la culture était peu développée à l'aval et à l'amont. Mais les besoins d'eau ont augmenté dans le bas comme dans le haut avec l'extension des terres labourées et, en montagne, avec la multiplication des jardins. D'où les plaintes de plus en plus nombreuses (et justifiées) des gens du Hodna qui n'ont presque plus d'eau en année sèche, c'est-à-dire quand leurs terres en ont le plus besoin. Dans ce cas, la seule solution est une solution d'autorité qui ne peut que faire une entorse au principe tellien : les riverains d'amont sont mis dans l'obligation de laisser couler l'eau de l'oued et des sources pendant un certain nombre de jours au profit des riverains d'aval, par exemple dix jours par mois sur l'oued Barika. En fait des règlements de ce genre ne concernent que les eaux d'étiage, les eaux de crue ne pouvant être que très partiellement retenues à l'amont. A Msila, vieux centre créé au xe siècle et qui succède, à quelques kilomètres, à une petite ville antique sur les rives de l'oued el-Ksob, tout le débit d'été de la rivière (qui est pérenne), du 15 mai au 15 octobre, est réservé aux jardins qui la bordent et qui forment une véritable oasis ; et un débit minimum leur est garanti à la saison froide, tout le reste étant consacré aux céréales. La solution d'autorité, ici, remonte certainement très loin dans le passé.

IV. CONCLUSION.

La variété et la complexité des types d'irrigation, des systèmes de partage des eaux, et des modes de possession du sol et de l'eau ne vous auront pas échappé au lecteur.

Cette variété tient d'abord aux conditions physiques. Pas de grand organisme fluvial, mais, à la fois, des sources et de nombreuses et très

modestes rivières dont chacune a son tempérament : toutes risquant à l'aval de déplacer leur lit sur de basses plaines alluviales. D'où, à côté de l'irrigation proprement dite, une *inondation dirigée* [1] qui tente de domestiquer un peu les crues presque toujours imprévisibles, aussi courtes que brutales, tantôt rares et tantôt répétées.

Les choses sont compliquées encore par les hommes eux-mêmes. Leurs installations rudimentaires, sur les oueds, sont constamment démolies et à refaire. Les principes dont ils s'inspirent pour le partage et la possession des eaux, empruntés à la fois au Tell et au Désert, sont contradictoires. Les uns sont d'anciens sédentaires mais la grande majorité a une origine pastorale et nomade. Pendant des siècles, les tribus nomades ont profité de la faiblesse du pouvoir central pour jouer un rôle prépondérant et souvent imposer le droit du plus fort. Enfin, depuis quelques dizaines d'années, l'économie du Hodna est en pleine évolution : l'élevage décline au profit des cultures et les liens se resserrent entre les hommes d'une part, les eaux et la terre de l'autre.

Je me demande s'il existe au monde, sur une surface aussi restreinte, une aussi grande variété de faits concernant l'utilisation de l'eau par les hommes.

---

[1] Voir J. Despois, *L'Utilisation des eaux de crue dans les plaines arides de l'Afrique du Nord, Exemple des plaines du Hodna,* Congrès intern. de géogr. de Lisbonne, 1948, vol. III, 1951, p. 245-253.

L'IRRIGATION DANS L'AFRIQUE NOIRE FRANÇAISE

PAR

CHARLES ROBEQUAIN

PROFESSEUR À LA FACULTÉ DES LETTRES DE PARIS

On a beaucoup écrit déjà, et il y aurait beaucoup à dire encore sur la valeur de l'obstacle que constitue le désert entre l'Afrique méditerranéenne et l'Afrique noire. Il est sûr que le Sahara n'a pas empêché les relations entre ces deux mondes. Elles ont été plus faciles à certaines époques de la préhistoire, quand les pluies étaient moins misérables, l'écoulement des eaux moins rare dans les vallées qui restent bien gravées en bordure des grands ergs. Des hommes, et avec eux des plantes cultivées, des animaux domestiques, se sont propagés du Nord vers le Sud. Dans l'Est le Nil crée la plus belle voie de pénétration du continent. A l'Ouest, les voies caravanières empruntent des lits d'oueds, mais doivent traverser des espaces sans eau qui pourtant n'ont pas interdit l'établissement de liaisons automobiles devenues régulières.

Malgré tout, pour le géographe, le naturaliste, l'ethnologue, le Sahara reste et restera longtemps une zone-frontière. On peut y tracer beaucoup de limites significatives et qui ne cèdent que lentement depuis la pénétration européenne : par exemple celle de la charrue, de la culture attelée, qu'on suit depuis le Sous marocain jusqu'au Sud du massif éthiopien, et celle de l'irrigation [1]. C'est sur cette dernière que je voudrais insister, en me limitant à l'Afrique occidentale et centrale, de l'Atlantique à l'Est du Tchad (20° de longitude Est Greenwich).

[1] F. R. Falkner, *Beiträge zur Agrargeographie der afrikanischen Trockengebiete* (Geogr. Abhandlungen, hg von N. Krebs, *Reihe,* III, Heft II, 1939). Du même *Die Trockengrenze des Regenfeldbaus in Afrika,* Petermanns Mitteil., 1938, p. 209-214, belle carte en couleurs.

Irrigation, cela veut dire captation et distribution artificielle de l'eau au profit de la culture. C'est dans les oasis nord-sahariennes que l'on observe les procédés traditionnels les plus ingénieux et les plus efficaces pour fournir aux plantes l'humidité que le climat leur refuse : les forages artésiens de l'oued Rir, les puits profonds du Mzab, les foggaras du Touat et du Tidikelt sont justement célèbres. Mais on assiste au déclin de l'irrigation vers le Sud. Dans le sud du Sahara, il n'y a plus de vastes palmeraies bien entretenues. Les très rares cultures n'utilisent guère que les pluies amassées dans les cuvettes naturelles où elles suivent le retrait des eaux. Les sols irrigués n'occupent que d'infimes superficies dans les massifs montagneux qui gardent l'approche du Soudan : Adrar des Iforas, Aïr, Tibesti. Dans ce dernier, parmi les terrains de pâturage extensif, des canaux distribuent l'eau de sources à de petits carrés de blé et d'orge ; dans les fonds, de maigres palmeraies abritent encore des cultures de céréales, mais aussi des légumes, quelques plants de tabac et de cotonnier auxquels aboutit l'eau tirée d'un puits à balancier (système à contrepoids rappelant le « chadouf ») : une femme ou un homme s'y emploie la journée presqu'entière, tandis qu'un enfant ouvre et ferme les rigoles [1]. Le système du chadouf est encore en usage dans la région du Tchad, limité à de minuscules jardins, parfois d'un mètre carré à peine, pour le blé, les oignons, les tomates. Il est à peu près sûr que les surfaces cultivées ont diminué depuis la fin du siècle, en raison de la suppression des captifs. Le travail de la terre et plus encore le tirage de l'eau sont peu considérés et étaient laissés autrefois aux gens les plus pauvres, la plupart de condition servile.

Au sud de l'isohyète de 250 mm., on échappe au désert. La culture de certaines plantes devient possible au cours d'une très brève saison des pluies, sans irrigation : plantes à fructification rapide, comme la calebasse, puis l'arachide, certaines variétés de mil. Des pratiques rudimentaires d'irrigation s'observent encore au bord du Niger, le long de la boucle qu'il décrit vers le Nord ; le blé pousse sur des champs de

[1] Ch. Le Cœur, *Dictionnaire ethnographique Téda* (*Mém. Institut français d'Afrique noire*, n° 9, 1950).

berge, arrosé en hiver par des femmes qui remontent chargées de calebasses ou de poteries dans lesquelles elles ont puisé l'eau du fleuve. Ici et ailleurs, vers les mêmes latitudes et plus au Sud, d'autres cultures d'hiver, oignon, tabac, etc., sont arrosées à la main avec l'eau de puits ou de mares. Mais il ne s'agit que de superficies très restreintes, d'une sorte d'horticulture, moins perfectionnée qu'en Afrique du Nord ou en Asie.

A mesure qu'on se rapproche de l'équateur et que les pluies augmentent, la culture devient moins aléatoire. Cependant, dans une grande partie de l'Afrique noire, et jusqu'à des latitudes très basses, l'existence d'une saison sèche appelle et justifie l'irrigation. Elle devient exceptionnelle. Le cas des Wadschagga du Kilimandjaro, conduisant l'eau des torrents jusqu'à leurs plantations de bananiers par des canalisations de bambou qui peuvent mesurer plus d'un kilomètre, est singulier. Dans l'Afrique occidentale, on peut admirer les Cabré du Togo septentrional pour leurs petits champs-jardins retenus par des murettes de pierres, et divisés par des rigoles. Mais l'on ne voit ici rien qui approche de ces amphithéâtres de rizières escaladant les pentes dans l'Asie des moussons, jusqu'à plus de 1000 mètres [1].

Il ne faut pas confondre irrigation et submersion naturelle, encore qu'on puisse passer de l'une à l'autre par toute une série de transitions. La culture sur sols périodiquement submergés par les crues se rencontre en Afrique occidentale ou centrale dans le fond des vallées et autour de lacs et de mares dont le niveau varie avec les saisons. Le riz [2] est généralement semé après les premières pluies et profite aussi

[1] K. Sapper, *Die Verbreitung der künstlichen Feldbewässerung*, Petermanns Mitteil., 1932, p. 225-230, carte couleurs : l'auteur, pour 1932, estime que la superficie des terres irriguées est pour 70 % en Asie, pour 5,7 % seulement en Afrique. Gillmann a montré que les 2/3 de la population du Tanganyika sont concentrés sur 1/10 de la superficie, faute d'eau.

[2] D'après P. Viguier, *Le Soudan français*, Koulouba, 1945, p. 37, le riz est cultivé sur 150.000 ha. au Soudan, dont près de la moitié dans le delta central (Mopti, Macina, Djenné). Voir aussi P. Viguier, *La riziculture indigène au Soudan français*, 1939. J. Dresch, *La riziculture en Afrique occidentale*, Ann. de Géographie, 1949, p. 295-312.

de la crue, à condition que celle-ci ne soit ni trop haute, ni trop brève. Certaines variétés de riz flottant — d'origine locale ou asiatique — et même de mils poussent avec la montée des eaux, mais sont encore assez peu répandues. La riziculture de submersion est surtout pratiquée dans les vallées du Soudan : Niger et ses affluents de rive droite en amont de Ségou, particulièrement au Nord du 10e parallèle. Elle s'étend largement en même temps que la crue dans le «delta vif» en aval de Ségou, puis se rétrécit de nouveau avec la vallée à partir de Tombouctou; le riz reste cependant le fondement de la subsistance jusque vers Niamey. Malgré le choix avisé du terrain, dicté par l'expérience, et les façons multiples qui sont parfois données au champ, les rendements moyens sont très abaissés par la variabilité des pluies qui entraîne l'irrégularité des crues, trop précoces ou tardives, trop courtes ou trop longues. Le paysan n'a pas su se rendre maître de l'eau, régler son niveau dans le champ. De là l'impossibilité d'utiliser les sols lourds et compacts des cuvettes qui sont souvent les plus fertiles, et la préférence donnée aux sols légers, argilo-sableux, retenant bien la pluie et qui au surplus sont facilement travaillés par les outils légers du Noir.

L'agriculture la plus perfectionnée de l'Afrique noire française est celle du pays des «Rivières», c'est-à-dire de ces plaines du littoral occidental découpées par de larges estuaires et par tout un lacis de canaux («bolong»). Elle apparaît déjà chez les Sérères du Saloum, mais devient typique chez les Diola de la Basse-Casamance et les Baga de la Basse-Guinée. Ces populations, refoulées vers la mer par des envahisseurs plus puissants, ont gagné et étendu leurs rizières aux dépens de la mangrove. Les champs sont entourés de diguettes munies de vannes faites généralement du bois de vieilles pirogues. Les vannes sont ouvertes ou fermées suivant les besoins et l'oscillation de la marée, pour assurer le dessalage des sols, l'évacuation des excédents d'eau, pour empêcher l'invasion des poissons qui, dans les rizières simplement soumises à la submersion naturelle, peuvent faire des ravages. Des canaux suivant les courbes de niveau retiennent l'eau des pluies sur le champ qui dessale pendant environ trois ans. La culture se fait sur billons et par repiquage, celui-ci étant rarement pratiqué ailleurs.

Il n'y a pas d'assolements ni de jachère. Les besoins alimentaires sont bien mieux satisfaits qu'au Soudan, malgré la densité relativement forte de la population. On pourrait sans doute aussi bien dire à cause de cette densité, car c'est elle qui a dû conduire à cette agriculture intensive.

Il apparaît qu'une des grandes tâches, et des plus urgentes, des gouvernements, est de développer l'irrigation dans toutes les régions à climat proprement tropical ou, si l'on veut mieux préciser, à total de pluies inférieur à 1 m. 10 ou à saison sèche durant au moins cinq mois, ces deux conditions étant d'ailleurs souvent réunies.

Pour cela, on doit profiter de traits géographiques qui semblent d'abord seulement défavorables, mais qui en réalité offrent des compensations à qui dispose de moyens techniques suffisants. C'est la présence, dans l'intérieur de l'Afrique, à la suite de gondolages du vieux socle, de cuvettes très basses vers lesquelles se dirigent les fleuves pour s'y terminer ou ne gagner la mer qu'au prix d'un long détour. L'Afrique française s'étend largement sur deux de ces cuvettes : celle du Moyen-Niger qui n'est qu'à 280 m. à Tombouctou (et encore plus basse dans le désert, au Nord de cette agglomération), celle du lac Tchad dont le niveau est à 271 mètres d'après les mesures les plus récentes (l'altitude est encore de 50 m. inférieure au Nord, dans le Bodélé). Cette disposition topographique permet l'apport, dans des étendues subdésertiques, de masses considérables d'eau provenant des régions méridionales. On pourrait dire en somme qu'on a dans ces rivières de cuvette des Nils incomplets, puisqu'ils n'ont pas pu se frayer une voie jusqu'à la Méditerranée. Cependant ils suffisent à créer des rubans de vie relativement prospère entre des espaces beaucoup moins cultivés et peuplés : ainsi la vallée du Sénégal entre Matam et Dagana, celle du Niger entre Bamako et Niamey. Le contraste est très marqué sur les cartes de densités humaines [1]. Mais l'utilisation des masses d'eau charriées par ces fleuves et aussi par le Chari et le Logone reste partielle et rudimentaire.

---

[1] Voir la carte de la *Densité de population dans l'Afrique occidentale et centrale*, publiée sous la direction de Ch. Robequain par l'Office de la Recherche scientifique outre-mer, 20 rue Monsieur, Paris, 1944.

De là trois projets, dont la réalisation est plus ou moins avancée : celui du Sénégal, du Niger moyen, du Tchad. On peut souligner dès maintenant la situation de ces pays dans une même bande climatique qui est aussi celle du Soudan égyptien vers le confluent du Nil bleu : la bande sahélienne.

BAS-SÉNÉGAL

L'embouchure du fleuve Sénégal est le site du plus ancien établissement français sur les rivages de l'Afrique occidentale : Saint-Louis. Le fleuve fut l'une des voies de pénétration les plus suivies vers l'intérieur du continent, vers le Soudan, par nos commerçants et nos explorateurs. Pendant la période des hautes eaux, il permet en effet à de petits bateaux de mer de remonter sans rompre charge jusqu'à Kayes, à 700 km. environ de la côte où apparaissent seulement les premiers rapides. Grâce aux pluies abondantes qui tombent dans les massifs montagneux du Sud, son débit peut alors atteindre 5.000 m^3. Mais ce débit devient très maigre à la fin de la saison sèche : dans sa longue traversée de la plaine à l'aval du confluent de la Falémé, le fleuve n'est plus guère alimenté que par les résurgences de la nappe souterraine restituant les réserves accumulées pendant les crues. Il finit par ne plus rouler qu'une dizaine de mètres cubes à l'étiage. En raison de l'évaporation considérable, il est même certain que ce mince flot d'eau douce n'arriverait pas jusqu'à la mer. En réalité, c'est la mer qui, profitant de la très faible pente, remonte jusqu'à 150 km. de l'embouchure : les eaux salées envahissent alors des bras résultant d'anciennes divagations du fleuve, pénétrant même dans le grand lac de Guiers, sur la rive gauche, rendant une grande partie des sols impropre à la culture.

C'est dans ces conditions que vient d'être décidée la réalisation d'un projet déjà ancien. Il consiste à construire un barrage mobile à l'entrée du lac de Guiers : pendant l'hivernage les eaux douces viendront remplir le lac jusqu'à un niveau supérieur à celui du fleuve en saison sèche; elles seront ensuite réparties par un réseau de canaux sur des terres qui, ainsi dessalées, permettront la culture du riz. Grâce à une expérience préliminaire d'irrigation par pompage, 1.000 ha., sont déjà mis en valeur dans la région de Rosso [1].

NIGER MOYEN

La rive gauche du Niger, à l'aval de Ségou, est la seule région de l'Afrique noire française où l'on ait appliqué la technique des grands barrages à l'irrigation des terres. Cette technique a été mise au point par les Anglais dans l'Inde à partir de 1830. De là elle est passée en Egypte où les travaux ont commencé en 1861 et ont été accélérés après 1890, aboutissant à cette magnifique série de barrages, dont celui d'Assouan est le plus imposant et qui conditionnent toute la vie du pays. En 1919, les ingénieurs s'attaquaient au Nil plus en amont, dans la traversée du Soudan égyptien : pays dont le nom même indique les affinités avec le Soudan français : pays habité par les Noirs, au delà du désert, mais à longue saison sèche; pays où menacent de s'épuiser les eaux tombées dans la région équatoriale des Grands Lacs et où elles s'épuiseraient en effet si elles ne recevaient, providentiellement pour l'Egypte, le renfort des grandes rivières éthiopiennes, Nil bleu et Atbara. Les études approfondies pour l'irrigation de la Gézirah, de la plaine qui s'étend en amont du confluent du Nil blanc et du Nil bleu, ont commencé dès 1904 [2]. Le grand barrage de Sennar sur le Nil bleu a été construit de 1919 à 1925. Le résultat a répondu aux espoirs, puisque le Soudan fournit aujourd'hui un gros appoint à la production égyptienne d'un coton excellent. On envisage d'étendre encore les superficies cultivées, sans nuire aux terres d'aval, en poussant l'équipement des cours d'eau jusque dans leur bassin supérieur (barrage du lac Tana sur le Nil bleu, barrage du lac Albert dans l'Ouganda et canal tracé à travers les marécages du « sud »).

L'homme qui fut pendant une vingtaine d'années le principal animateur des travaux du Moyen-Niger, l'ingénieur Bélime, avait étudié

[1] Détails récents dans L. Papy, *La vallée du Sénégal, agriculture traditionnelle et riziculture mécanisée,* Les Cahiers d'Outre-Mer, Bordeaux, 1951, p. 277-324.

[2] Voir *Agriculture in the Sudan,* ed. by J. D. Tothill, London, 1948, particulièrement p. 593-632.

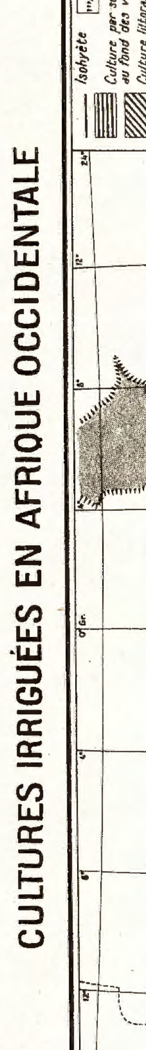
l'œuvre des Anglais dans l'Inde, mais c'est vraisemblablement l'exemple du Soudan égyptien qui fut pour lui le plus instructif.

En effet, les climats des régions intéressées ne sont pas très différents. Si l'on compare Wad Medani (Soudan égyptien) et Sokolo (Soudan français) qui sont sur le même parallèle, on constate que les pluies de Sokolo sont un peu plus abondantes, mais que les courbes des régimes s'apparentent. Le climat de Sokolo ressemblerait plutôt, quant aux pluies, à celui de la Gézirah méridionale; Khartoum est déjà bien plus sec. Mais Wad Medani, au centre de la Gézirah, et Sokolo ont des courbes de température et d'humidité presque semblables.

Les conditions topographiques sont très favorables. Un nivellement précis a pu faire la preuve que de grandes surfaces de terres cultivables se trouvent à un niveau plus bas que le Niger sur sa rive gauche. A partir de Ségou, le fleuve jusque là contenu dans un lit défini entre dans une zone d'épandage qui est une sorte de delta intérieur avant la grande boucle qu'il décrit vers le Nord. Ce delta fut autrefois beaucoup plus étendu, marquant l'aboutissement du Niger supérieur, le Dioliba, avant que celui-ci, par une évolution encore mal élucidée, n'envoie ses eaux par la branche orientale jusqu'au golfe de Guinée. Ainsi peut-on distinguer aujourd'hui un « delta vif» parcouru par les bras du Niger et du Bani, son affluent de rive droite, et un « delta mort» sur la rive gauche, dont les défluents obstrués ne fonctionnent plus. Le projet était d'aménager cette partie morte grâce à l'irrigation [1].

Le Niger s'offrait, descendant de massifs méridionaux, où tombe 1 m. à 1 m. 50 de pluie, comme les grands affluents qu'il reçoit en amont de Bamako. Le régime à Ségou est à peu près semblable à celui du Nil Bleu à Khartoum. Le débit maximum est à peine inférieur : 5900 m³ sur le Nil Bleu, 5600 sur le Niger en moyenne. La crue est plus précoce à Khartoum (début de septembre), mais se prolonge à Ségou en octobre après le début de la saison sèche. Les eaux du Niger sont

[1] E. L. Bélime, *Les travaux du Niger,* Paris, 1940. P. Viguier (directeur actuel de l'Office du Niger), *Mise en valeur par la colonisation africaine des terres irriguées du delta central nigérien, L'Agronomie tropicale,* mars-avril 1950, p. 152-176.



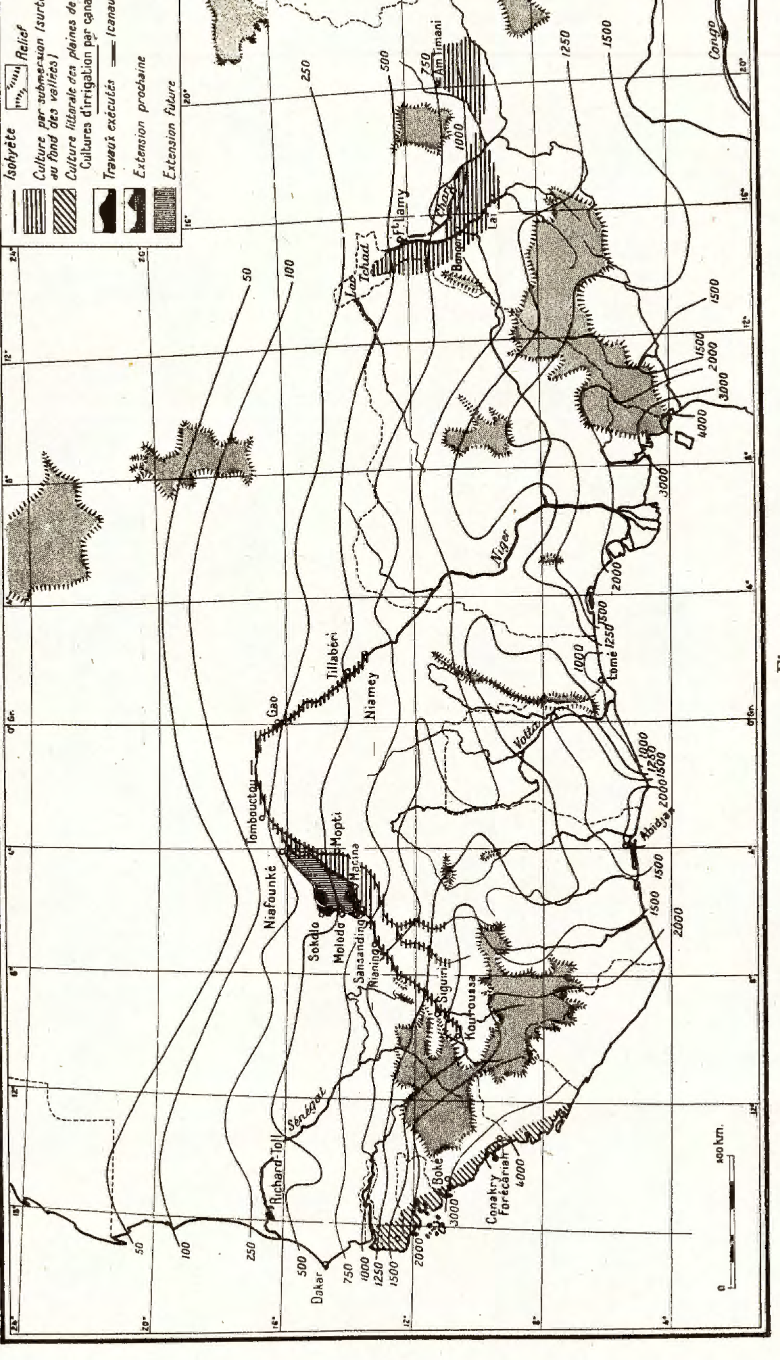


Fig. 1.

beaucoup moins chargées de limon que celles du Nil Bleu, mais ce dernier est déjà décanté devant l'obstacle du barrage.

Les études du Niger moyen commencèrent en 1910. On décida finalement que les travaux devaient permettre de prélever du 15 juin au 15 janvier un débit variable selon les années de 450 à 600 m³, et du 15 juillet au 15 décembre un débit supplémentaire du même ordre. Ainsi ne s'agit-il pas d'irrigation pérenne, mais seulement semi-permanente, pendant une moitié de l'année. C'est là une différence avec le barrage de Sennar qui, d'abord conçu comme un ouvrage destiné seulement à élever le niveau de l'eau pour alimenter un canal de dérivation, fut après la première guerre mondiale exhaussé pour devenir un barrage-réservoir permettant d'irriguer une plus grande étendue sans compromettre l'agriculture de l'Egypte. Le barrage du Moyen-Niger, dit de Sansanding, reste un barrage de dérivation, long de 800 m., de largeur suffisante pour une route carossable et, dans l'avenir, pour la voie ferrée Méditerranée-Niger ; ses portes articulées permettent un relèvement du niveau de l'eau d'environ 5-6 m. à l'amont. Pour prolonger l'irrigation jusqu'en mars, il faudrait sans doute envisager l'aménagement d'un réservoir en amont de Bamako.

Les canaux utilisent autant que possible les anciens défluents du delta mort, recreusés et corrigés. Le grand canal adducteur se divise en deux branches principales, canal du Sahel (vers le Nord-Est) et canal du Macina (vers l'Est) d'où partent les dérivations secondaires. En outre une digue a dû être élevée le long du fleuve pour limiter l'extension de ses inondations, substituer le régime de l'irrigation à celui de la crue et de la décrue naturelles.

Si l'on domine, grâce au barrage, plus d'un million et demi d'ha., on n'en pourra irriguer que 400.000 (qui se limiteront même à 275.000 par le jeu des assolements).

Comme au Soudan égyptien, ces gros travaux devaient permettre avant tout de développer la culture du coton. De nombreuses variétés furent expérimentées depuis 1922. Les variétés égyptiennes à longues soies seront réservées à la partie septentrionale du domaine irrigable, la plus sèche (moins de 400 mm. de pluie). Dans les casiers actuellement atteints par les canaux (Niono), ce sont des variétés d'origine américaine,

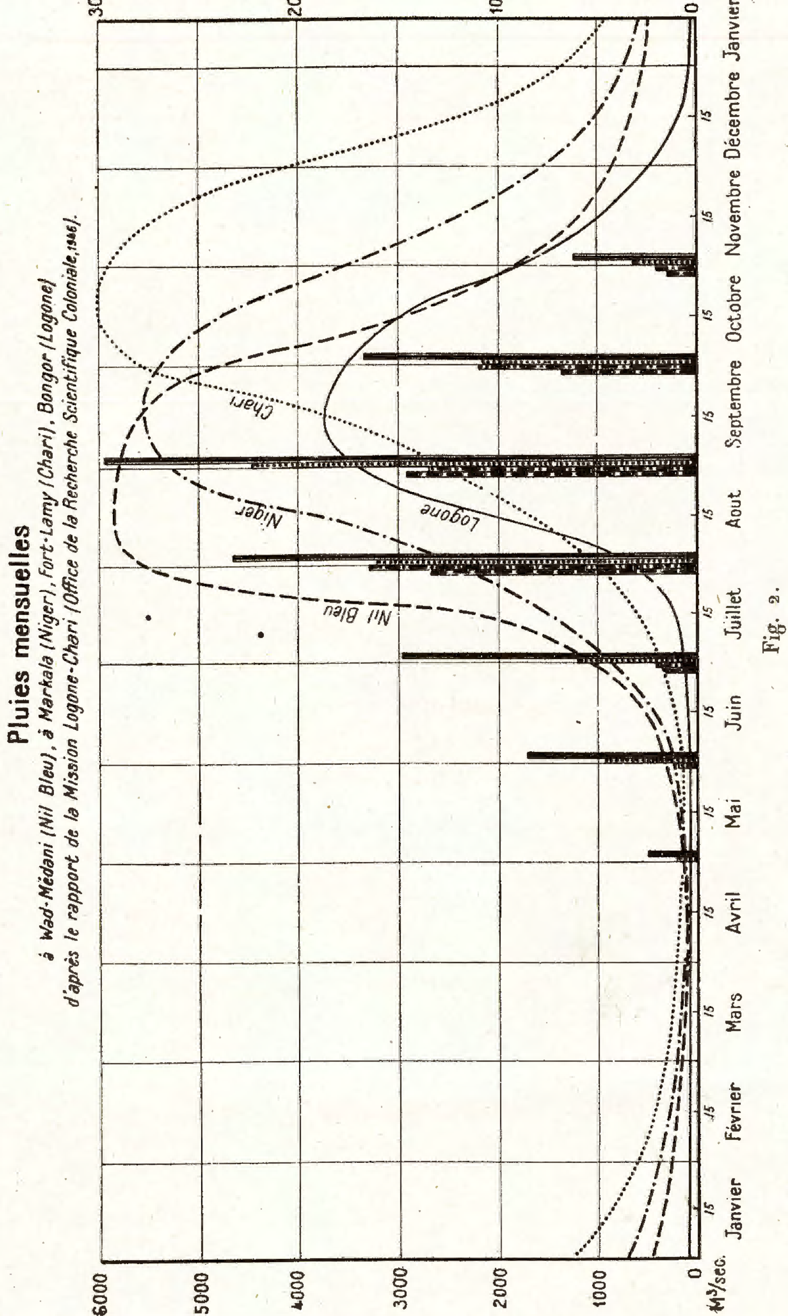


Fig. 2.

en particulier l'Allen, qui ont été adoptées. Un assolement biennal fait succéder le mil ou un engrais vert (pois d'Angole, crotalaire) au coton.

Dès le début cependant, on avait décidé d'associer le coton, auquel les industries métropolitaines offraient un vaste débouché, à une culture vivrière qui assurerait l'alimentation des nouveaux colons et trouverait un écoulement facile dans toute l'A. O. F. C'est le riz qui fut choisi, céréale déjà très répandue dans le Soudan. La guerre, privant l'Afrique occidentale des importations indochinoises, devait encore favoriser l'extension de la riziculture. Déjà dans les casiers à coton, souvent encore bosselés et imparfaitement drainés, le riz alterne avec la plante textile à laquelle sont réservées les parties hautes. C'est la culture exclusive dans le Sud, à l'abri de la digue du Macina, où le sol, après une quinzaine d'années de production sans jachère, ne donne pas de signes d'épuisement (casier de Kokry). Elle s'est révélée plus rentable jusqu'ici que la culture du coton, plus facile aussi pour le paysan soudanais qui n'a pas encore véritablement le « sens de l'eau » et doit s'habituer progressivement à une irrigation minutieusement réglée.

Actuellement, la riziculture s'étend sur 12.000 ha. environ, la culture du coton sur 6.000 dans les terres de l'Office du Niger. Tel est en effet le nom de l'organisme, établissement public autonome, qui dirige l'aménagement de ce domaine pour le bénéfice du paysan noir. Il est essentiellement chargé d'encadrer, de guider et d'aider les véritables exploitants qui sont les Africains installés sur les terres irriguées.

Le peuplement a posé des problèmes au moins aussi difficiles que l'utilisation agricole de ces terres neuves. Le Soudan égyptien a connu lui-même, et dès que commencèrent les travaux du barrage, la pénurie de main-d'œuvre. Situé heureusement sur le chemin de la Mecque, il a profité d'une propagande habile parmi les pèlerins originaires de l'Ouest, Afrique équatoriale ou occidentale : beaucoup ont fait halte comme travailleurs temporaires, une proportion non négligeable d'entre eux se sont même fixés [1]. Les terres de l'Office du Niger ne comptent

[1] En 1941-1942, on comptait 23.163 tenanciers dans la Gézirah : 20 % étaient des étrangers à la province du Nil bleu, 9,5 % des originaires de l'Afrique équatoriale française (Tothill, *ouvr. cité*, p. 772).

qu'environ 20.000 habitants en 1950 : presque tous des Soudanais, dont le village d'origine est à 200 km. en moyenne pour la moitié d'entre eux, à 600 pour l'autre moitié ; ils appartiennent à plusieurs groupes ethniques, Bambara, Minianka, surtout Mossi. On a remis à chaque famille une habitation et le cheptel indispensable (une paire de bœufs,

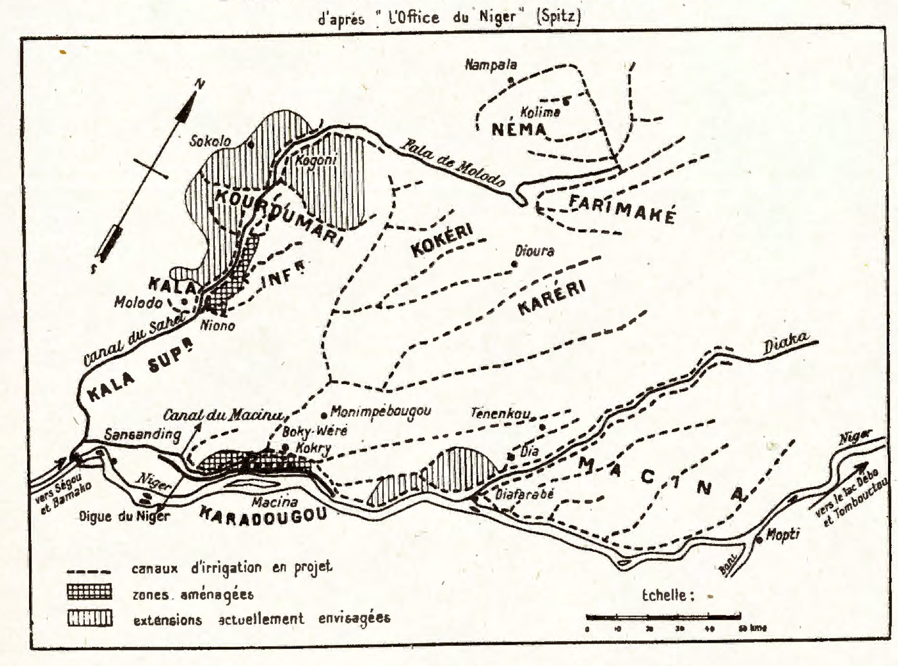


Fig. 3.

une charrue), des vivres pour la première année, une dizaine d'ha. de terre à coton ou à riz. Le colon doit livrer chaque année 400 kilos de paddy et 200 de coton par ha. en échange de ces apports et de l'irrigation. Après 10 ans de stage, il a tous les avantages de la propriété (en particulier la transmission par héritage), sauf le droit d'aliénation, sur une terre dont le propriétaire éminent reste cependant l'Etat. Il doit faire obligatoirement partie de l'« association agricole indigène » qui, encore encadrée de techniciens français, doit devenir une véritable coopérative paysanne.

Le peuplement semble pouvoir désormais se poursuivre sans contrainte, à mesure que s'étendra l'irrigation. On a renoncé à faire appel à des Nord-Africains. Mais on essaiera de fixer ici un certain nombre de ces familles nomades, Touareg surtout, qui descendent chaque année du Nord jusque dans la boucle du Niger; et aussi les « harratin» des oasis sahariennes surpeuplées.

Tout n'est pas au point sans doute. On est encore à la recherche des meilleures pratiques culturales, de la légumineuse la plus apte à régénérer le sol. Quelle part doit être faite à la culture attelée, nécessitant l'emploi d'animaux domestiques? quelle part à la mécanisation? Il est difficile d'amener le Noir à cultiver à la main l'engrais vert, difficile aussi de lui imposer la stabulation des bêtes et la production de fumier. Ce sont des machines tirées par des tracteurs qui accomplissent le défrichement initial. Comme la main-d'œuvre n'est pas surabondante, pour améliorer les façons et les donner en temps opportun, on a dû mécaniser d'autres opérations : enfouissement de l'engrais vert et billonnage sur les terres à coton, labours de déchaumage et labours profonds de saison sèche en riziculture. L'Office du Niger bénéficie du concours de nombreux chercheurs spécialisés : en particulier de pédologues pour l'étude et le classement méthodique des sols.

TCHAD

La cuvette du Tchad, plus reculée encore dans l'intérieur de l'Afrique n'a pas été l'objet d'une attention ni d'efforts aussi soutenus que celle du Moyen-Niger. Il semble bien qu'elle aussi pourrait être transfigurée par l'utilisation rationnelle des eaux.

Les conditions naturelles se rapprochent de celles du Moyen-Niger. La cuvette tchadienne est entourée par une série de massifs : Ouadaï Tibesti, Aïr, massif Bauchi de Nigéria, Adamaoua du Cameroun, entre lesquelles des seuils permettent un passage facile. Les cours d'eau qui se dirigent vers le fond de la cuvette y ont accumulé des alluvions. La plaine présente un aspect très différent selon les saisons : après avoir été en grande partie submergée par les crues, elle offre un sol dur et profondément crevassé au cours de la période aride.

Celle-ci est longue. Le lac est à la latitude de la Gézirah. Fort-Lamy, un peu au Sud, capitale du territoire, accuse en moyenne 626 mm. de pluie; mais, de novembre à avril ne tombent que 11 mm., et en trois jours seulement. La pluviosité augmente vers le Sud, d'où viennent les fleuves qui alimentent le lac : le Chari et le Logone ont leurs sources vers 6° de latitude Nord. La pente est insignifiante dans la grande plaine, si bien que la montée des eaux est très lente. A l'aval de Fort-Archambault, la crue s'étale très largement dans ce qu'on appelle la Mésopotamie tchadienne, au Sud du lac. Le maximum est atteint vers la mi-septembre à Bongor sur le Logone (environ 10° de latitude Nord), vers la mi-octobre sur le Chari à Fort-Lamy (environ 12° de latitude Nord). Le lac même n'est à son plus haut niveau qu'au début de décembre.

Jusqu'à ces derniers temps, la région avait été surtout étudiée par des militaires, en particulier par le général Tilho, au cours de plusieurs missions [1]. Celui-ci fut le premier à attirer l'attention sur les conséquences déplorables qu'aurait pour la cuvette du Tchad le détournement déjà bien amorcé du Chari et du Logone vers la Bénoué. En effet chaque année une partie des eaux de crue s'écoule à l'Ouest par la région des marais de Toubouri dans le grand affluent du Niger. La capture est-elle progressive? et prochaine la déviation de la masse des eaux, provoquant l'assèchement du lac?

Depuis la fin de la guerre, les études sont entrées dans une phase active. Des missions sont à l'œuvre, comprenant des spécialistes variés : cartographes pour la réalisation rapide d'une carte au 1 : 200.000 grâce à la photographie aérienne, géologues, pédologues, hydrologues, ingénieurs du génie rural, et même géographes pour l'étude des populations et des modes de vie actuels.

D'un nivellement précis dans la région de la capture, il semble résulter que le détournement du Logone et du Chari n'est pas un phénomène prochain, à l'échelle historique. Des évaluations récentes du débit

[1] Général Tilho, *Le Tchad et la capture du Logone par le Niger*, Paris, 1947. Voir la communication de J. Dresch, *A propos de la capture du Logone par la Bénoué*, Bull. Assoc. Géographes français, nov. 1947, p. 100-106 (du point de vue géologique).

des eaux ainsi dérobées ont donné des chiffres bien inférieurs aux estimations précédentes.

Si même l'on doit conjurer la menace par l'établissement d'un barrage en amont des chutes Gauthiot, on envisage dès maintenant d'utiliser ces eaux pour l'extension des cultures, et particulièrement de la riziculture, dans ces vastes plaines intérieures [1]. Déjà par endroits, ainsi près de Laï sur le Logone, les habitants cultivent le riz par submersion, les semis étant faits dès les premières pluies, la récolte au commencement de la saison sèche. Il semble qu'au début, sans ouvrage trop coûteux, on puisse non seulement étendre les superficies cultivées, mais régulariser la récolte. Le coton, dont la culture n'est actuellement possible dans le territoire du Tchad qu'en saison des pluies, pourrait bénéficier d'une irrigation d'appoint qui annulerait les effets désastreux de la sécheresse au moment de la formation des capsules. Des expériences limitées seraient d'abord faites par pompage. Ce n'est que plus tard qu'on pourrait en arriver à une culture systématiquement irriguée par canaux comme dans le Soudan égyptien.

La recherche de sites de barrage sur le Chari, le Logone, la Bénoué et ses affluents est aussi au programme des missions actuellement au travail. Il est désirable qu'on puisse concilier les besoins de l'agriculture et ceux de la navigation. En effet le retard dans la mise en valeur du Tchad tient pour beaucoup à son isolement. Les frais de transport grèvent très lourdement les prix de revient. Le débouché le plus commode est celui de la Bénoué à partir de Garoua (Cameroun du Nord), puis du Niger. Mais la crue de la Bénoué à Garoua, beaucoup trop brève, ne permet la navigation que deux mois, de la fin de juillet au début d'octobre : il est difficile à une entreprise de transport d'amortir dans un délai aussi court les capitaux engagés.

En somme, ces régions sahéliennes de l'Afrique française justifient des programmes comparables, par leur étendue et leur portée, à ceux qui ont été réalisés ou sont en cours de réalisation dans la même zone climatique de l'Ancien Monde : au Soudan égyptien et dans le Sind pakistanais; comparables aussi à celui du Tennessee ou du Rhône. Il y a là d'immenses possibilités dont l'exploitation est retardée par la pauvreté des budgets locaux et la rareté des hommes.

[1] J. Gauthier, *La mise en valeur des pays du Logone, L'Agronomie tropicale,* juil. 1949, p. 339-355.

En attendant, une série de petits travaux, facilement supportés par les collectivités indigènes, contribuent beaucoup à améliorer les niveaux de vie. C'est par exemple la construction de modestes barrages, pour l'usage d'un village ou de quelques villages, sur le Niger et ses affluents en amont de Bamako; l'établissement de canaux de dérivation sous le contrôle d'agents du génie rural. C'est aussi l'utilisation plus intensive et plus profonde des eaux souterraines. C'est ainsi que, depuis le début du siècle, de nouvelles méthodes de forage ont permis de multiplier les puits et de les pousser parfois jusqu'à plus de 100 mètres : par exemple dans le Ferlo calcaire, au sud du Bas-Sénégal, pour l'extension de la culture de l'arachide dans une région privée jusqu'ici d'eau potable. Il ne s'agit plus alors d'irrigation agricole, mais de l'alimentation même des cultivateurs et de leurs animaux domestiques.

Le problème de l'eau dans la zone sahélienne intéresse aussi beaucoup l'élevage. L'extension de la culture aura pour conséquence un déclin de cette autre activité; il faut se demander ce que deviendront les populations nomades quand leurs terrains de parcours auront fait place à des champs irrigués, cultivés par des paysans sédentaires. La solution n'est pas seulement dans le refoulement progressif de ces nomades vers le Nord, mais dans l'amélioration des pâturages dont la superficie se trouvera ainsi rétrécie. En effet, au Nord de l'isohyète de 250 mm., la meilleure destination des sols, sauf exception, restera l'élevage. La multiplication des points d'eau permettra de les utiliser bien mieux qu'ils ne le sont aujourd'hui, beaucoup de bêtes mourant par impossibilité de l'abreuvement. Ainsi le Sahel contribuerait-il bien davantage à la production mondiale de laine comme à l'approvisionnement en viande, fromage, beurre, des régions plus méridionales et beaucoup plus peuplées.

L'heure approche où ces profondeurs de l'Afrique, pendant longtemps considérées comme de misérables annexes, tout juste bonnes à fournir un appoint de main-d'œuvre aux provinces littorales, auront leur fonction rationnellement marquée dans la vie du continent.

L'AMÉNAGEMENT DU TERROIR EN AFRIQUE OCCIDENTALE

PAR

ORLANDO RIBEIRO

Professeur de Géographie à l'Université de Lisbonne

Rien n'évoque en Afrique noire occidentale, l'ordonnance apparente des paysages agraires du monde méditerranéen. A un dessin de cadastre aux traits précis, à une ligne brisée mais ferme séparant cultures et broussailles, aux contours nets des enclos qui entourent les villages, la campagne noire oppose un aspect confus où l'on distingue vaguement les marques fuyantes et éparpillées de l'occupation humaine.

En survolant le pays on aperçoit ça et là des coins de brousse défrichés, des clairières autour d'un groupe de paillotes. Mais les contours qui les séparent de la forêt sont flous, des arbres encombrent ce que l'on pourrait à peine appeler les champs. Vus de près, ces espaces ouverts dans la brousse confirment la première impression. Le terrain de culture, taillé par l'abattage des arbres et par le feu, au milieu d'une végétation presque toujours assez dense, est partout hérissé d'obstacles : arbres trop grands que l'on a renoncé à éliminer, termitières hautes d'un ou deux mètres, que l'on aurait trop de mal à démolir, troncs à demi-calcinés, restes d'arbres ou d'arbustes prêts à repousser. Le « lougan» [1] contourne ces obstacles, s'insinue d'une façon irrégulière au milieu des arbres forestiers, au gré de défrichements qui s'arrêtent devant un fourré plus dense, une croûte latéritique stérile, un accident du terrain, ou qui, simplement, cessent là ou le feu s'éteint, où les forces de l'homme s'épuisent, où la tombée subite de la nuit clôt une journée de travail.

---

[1] Nom que l'on donne en Afrique Occidentale Française aux terrains de culture.

L'impression que l'on recueille en parcourant ces paysages est celle de la prédominance des aspects naturels, peu ou point entamés par les établissements humains. C'est en pleine brousse que s'ouvrent les routes de colonisation et les sentiers indigènes. La brousse cerne les terrains qui entourent les villages et étouffe les clairières que l'homme y a timidement ouvertes; elle présente partout son aspect chaotique et exubérant, des arbres de toute taille mélangés et disposés sans ordre, des sous-bois d'arbustes et de lianes formant des fourrés impénétrables. Partout aussi elle est prête à recouvrir les espaces abandonnés par l'homme : telle route qui conserve encore son signalement est déjà impraticable, des arbres ont poussé et des termitières ont grandi sur son lit; tel site de village déserté par ses habitants est reconnaissable seulement à l'œil exercé des nègres qui distinguent quelques arbres fruitiers plantés, dernier souvenir d'une occupation humaine qui peut dater de quelques années. On a raison d'insister sur le caractère « instable », inachevé, de ces paysages humains, si on les compare aux campagnes méditerranéennes qui portent toujours l'empreinte d'une occupation ancienne, permanente et poussée à fond.

Il faut cependant nuancer ces impressions. En regardant de plus près on trouve des forêts sérieusement entamées par l'action de l'homme, des coins périodiquement ravagés par des feux de brousse, des bois spécialisés par l'élimination des essences qui n'intéressent pas la cueillette, des défrichements soigneusement défendus contre le retour de la végétation spontanée, des villages solidement assis au milieu de vastes espaces découverts, des fonds humides et fertiles voués à la culture sans jachère. Des groupes humains qui cherchent dans l'agriculture la base de leur subsistance ont aménagé un « terroir » dont il importe de préciser les caractères, les variétés et l'organisation.

Des observations et des réflexions au cours de deux voyages en Guinée portugaise et dans ses confins soudanais nous permettront de dégager quelques traits saillants de cette campagne, si différente de la nôtre, mais cependant aménagée selon ses ressources et ses possibilités en vue d'une utilisation consciente.

On distingue, dans cette région, deux types d'agriculture, dont l'opposition est aussi tranchée que celle du *secano* et du *regadio* dans le

domaine méditerranéen : l'agriculture de brousse (*mato*) et l'agriculture des bas terrains inondés pendant l'hivernage (*bolanha*).

Sous l'étroite dépendance des conditions naturelles — existence de vastes marigots derrière des rubans de palétuviers et le long des cours d'eau — les cultures de *bolanha* sont aussi liées au genre de vie des peuplades du littoral, nettement assises sur le sol. Par contre, les groupes de l'intérieur, plus mobiles, Mandings et Peuls, ces derniers conservant encore des traces de leur nomadisme ancestral, préfèrent l'agriculture de brousse, pratiquent la culture itinérante sur brûlis, changent l'emplacement de leurs champs et déplacent leurs maisons — aux matériaux fragiles — au gré de leur fantaisie ou poussés par le besoin de chercher de nouveaux terrains.

On trouve des terroirs instables et, en quelque sorte, toutes les formes de transition entre le lougan et les espaces encore recouverts de leur végétation spontanée. Pas de propriété effective du sol, pas d'intermédiaires entre la terre et ceux qui la cultivent. Tout au plus de vagues droits de possession, des redevances payables aux chefs ou aux marabouts, ou des offrandes qui accompagnent des rites destinés à assurer la fertilité du terrain. Quelques mois avant les semailles, lorsque la saison sèche touche à sa fin, on *choisit* dans la brousse le coin à défricher. Le premier qui y abat des arbres en reste maître jusqu'à la récolte (pl. X, *A*). Les paysans prétendent que l'on peut reconnaître, à l'aspect de la végétation spontanée, les qualités du sol. Si la couverture forestière est épaisse, on a des chances de tomber sur un endroit fertile. On évite, naturellement, les croûtes latéritiques trop superficielles, que dénonce une végétation rabougrie et clairsemée. Mais on évite aussi les fourrés impénétrables, les touffes de gros arbres, les clairières épuisées par les cultures antérieures et qui ne se sont pas reconstituées.

Parfois, ce choix du terrain est précédé de feux mis au hasard et destinés tout simplement à éclaircir la forêt et à éloigner les bêtes qui ravagent les cultures. Dans certains coutumiers, le droit de propriété est défini par la propagation des incendies : tout l'espace qui brûle reste en possession du seigneur qui y a fait mettre le feu. La forêt ainsi entamée, ravagée par des brûlis successifs, ne se reconstitue plus : elle fait place à la savane, association ouverte et dégradée comportant des

arbres denses ou clairsemés, des arbustes et des étendues herbeuses plus ou moins dénudées. Une partie des terrains incendiés ne sera jamais mise en culture. Néanmoins, les brûlis représentent la forme la plus élémentaire de la mainmise humaine sur le sol, une atteinte portée à l'équilibre des formations végétales spontanées qui est, en quelque sorte, l'amorce d'un terroir possible.

Lorsqu'on veut débarrasser un terrain de sa couverture forestière, on renonce à abattre tous les arbres qui l'encombrent. Plusieurs sont épargnés à cause de leurs fruits, de leur écorce ou de leur bois, en vue d'une utilisation future. D'autres représentent avec leurs troncs énormes et robustes, des obstacles trop pénibles à supprimer, que la culture peut éviter en les contournant. Après l'abatage, on met le feu aux troncs et aux branches qui jonchent le sol et que l'on avait laissé sécher pendant quelques semaines. On laboure et on sème, avec les premières pluies de l'hivernage sur une terre mêlée de cendres, ameublie par le feu, mais encombrée de débris végétaux.

Si le lougan est trop éloigné du village, on y bâtit, avec des matériaux fragiles, quelques cases rudimentaires, destinées à abriter les paysans pendant les labours et la récolte. On les utilise aussi pour surveiller les cultures et les défendre contre les ravages des singes, que l'on éloigne à force de cris et de coups de pierres.

Les instruments de labour employés, toujours légers, sont destinés à ameublir une couche très superficielle du sol. La *daba,* le *fèfe* ou le *kéri,* tous à manche court, que l'homme manie en se ployant, ne peuvent pas s'enfoncer profondément dans le terrain (fig. 1). On ne retourne pas la terre, on la gratte seulement; procédé heureux évitant que la mince couche arable soit emportée par l'érosion.

Nous avons trouvé plusieurs variétés de culture itinérante. Tantôt le terroir taillé dans la brousse est abandonné après la récolte, tantôt on pratique sur le même terrain une rotation de trois ans, comportant par exemple, du millet, du fonio et du riz de montagne comme cultures principales. Même incertitude en ce qui concerne la durée des jachères. Il y a des terrains abandonnés après une culture épisodique, que le hasard seul d'un nouveau défrichement permettra de retrouver; il y en a d'autres soumis à une jachère dont la durée est fixée d'avance,

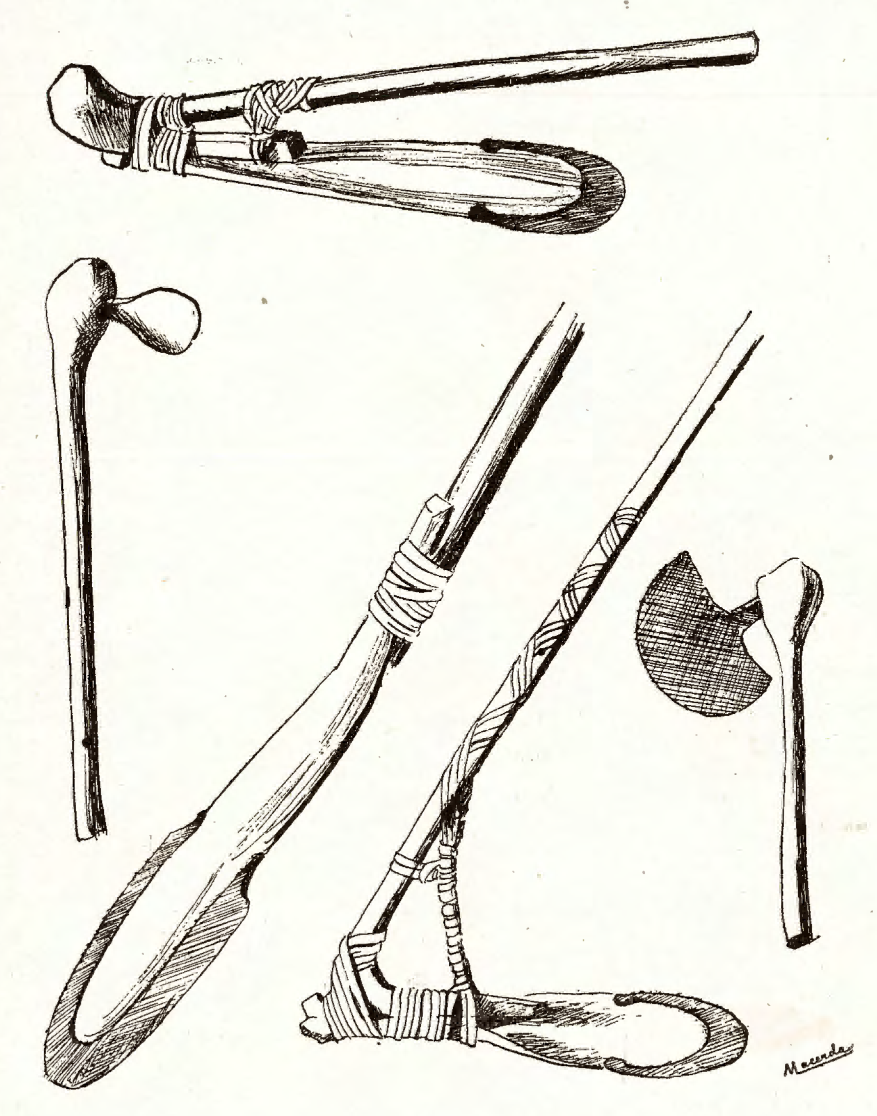


Fig. 1.

Instruments de labour. Du haut en bas et de gauche à droite : houe utilisée dans les labours de brousse; petite houe utilisée dans la préparation du terrain pour la culture du riz de montagne; pelle utilisée pour les labours des rizières inondées; pioche utilisée par les peuples de l'intérieur pour labourer dans les marigots; binette utilisée dans la culture dans les enclos.

par exemple, cinq ans. Des enquêtes sur place révèlent une infinité de cas particuliers. Nous avons trouvé dans des villages fondés, il y a trois ou quatre générations, par des Peuls du Fouta-Djalon et leurs « captifs » l'ébauche d'un assolement, les terrains de culture restant toujours groupés et disposés, chaque année, du même côté de l'agglomération. Chez les Mandings des environs de Bafata, le manque de bonnes terres oblige les habitants d'un village à aller fonder ailleurs un nouvel établissement. Pas très loin de là, chez les Peuls, on est toujours sûr de trouver, dans la brousse infinie, un coin à son goût. Bref, on voit toutes les formes de transition entre le terroir instable, se déplaçant après chaque récolte, et les champs de culture extensive, entourant le village, soumis à une rotation comportant une longue jachère, dont la durée et la succession tendent à s'établir, par la force de l'usage, d'une façon régulière.

Au milieu de ces terrains, où, en dehors de la période des cultures, il est souvent difficile de discerner leur utilisation, les villages s'annoncent par une clairière et par une ceinture de cultures soignées et permanentes, souvent protégées par des clôtures de bambou tressé (pl. X, *B* et XI, *A*). Autour des villages peuls on trouve toujours des espaces vides utilisés comme terrains de pacage pour les troupeaux de vaches qui sont encore, chez ce peuple d'anciens bergers nomades, le seul indice de prospérité (pl. XI, *B*). Les enclos s'insinuent aussi parmi les maisons et les parcs à bétail. Ils comportent toujours une polyculture complexe, avec des céréales, mais surtout des légumes, du manioc, du coton et des fruits. Ces enclos sont soumis à des labours répétés et abondamment fumés avec des crottes des bovins que l'on parque à proximité, et les déchets des maisons ; on y fait des cultures mêlées et superposées, sans jachère, qui exigent des soins multiples tout le long de l'année. Aussi n'est-il pas étonnant de voir les femmes se répartir entre les travaux du ménage et des jardins attenants aux paillotes, car tous exigent cet effort constant et monotone qui répugne, en général, au caractère changeant des hommes. Les arbres tiennent toujours une place importante dans les enclos (pl. XII, *A*). Ils ombragent les cours des maisons, où les femmes passent de longues heures à piler les céréales ou à préparer les repas, et les vastes nattes de bambou où les hommes font la causette pendant les interminables journées sans travail (pl. XII, *B*).

Mais ils fournissent aussi par leurs fruits, une nourriture d'appoint, qui n'est pas négligeable lorsque les bonnes céréales sont épuisées, et le petit fonio est appelé à établir la soudure avec la nouvelle récolte. Quelques arbres sont spontanés, conservés au hasard d'anciens défrichements ou soigneusement épargnés par la culture, mais les habitants en plantent toujours d'autres pour enrichir et varier les produits de leurs jardins. Lorsque, sous prétexte de fléaux plus ou moins imaginaires, ou attirés par d'autres terrains qu'ils ont entendu vanter, les gens abandonnent un village pour aller en fonder un nouveau, ces grands arbres fruitiers, éparpillés dans une clairière à moitié envahie par la brousse, sont le dernier signe d'un établissement humain, dont il ne reste plus de trace.

Toutes ces variétés de terroirs instables se retrouvent chez les peuplades du littoral. Les Bissagos, par exemple, pratiquent largement la cueillette et une agriculture de brousse des plus rudimentaires, puisqu'ils ne font pas de labour. Après l'abattage et le brûlis, les femmes se servent d'un simple bâton qu'elles enfoncent dans le sol pour lancer les semences dans le trou ainsi obtenu. Mais à côté de ces lougans instables, on trouve des terroirs aménagés à fond et très solidement établis. Ces groupes humains ne partagent pas l'instabilité qui caractérise la vie des peuples de l'intérieur. Leurs maisons sont solides, grandes, abritant une nombreuse famille polygame derrière des murs épais bâtis en argile pétrie. Elles sont disposées souvent autour d'une cour ouverte ; plusieurs types de maisons complexes comportant même une cour fermée à l'intérieur. Parfois elles ouvrent sur des jardins ou des débarras. Dans ces espaces vides, on travaille, on fait la causette, et on surveille le bétail domestique et les animaux de basse-cour.

L'habitat n'est pas groupé comme chez les Peuls et les Mandings, dont les villages, grands ou petits, mais toujours éloignés les uns des autres, ponctuent la solitude hostile de la brousse. Sur le littoral domine l'habitat disséminé, chaque nom de lieu-dit embrassant de vastes étendues où s'égaillent les maisons. On pratique tout autour la polyculture qui, d'une façon générale, accompagne tous les sites d'habitat : céréales, légumes, fruits, arachide, manioc, coton et surtout le riz en pépinières, qui sera repiqué dans les terrains inondés. On conserve des

arbres (pl. X, *B*), mais on empêche la reconstitution du sous-bois par des brûlis et des labours renouvelés.

Chez les Brahmes, on fait autour de chaque hameau des cultures continues jusqu'à l'épuisement du sol. Alors on déplace les paillotes et on cherche à proximité un terrain plus fertile. Ces déplacements sont fréquents mais de peu d'ampleur. Ils ont fini par transformer profondément le paysage primitif. On distingue aisément, de l'avion, les établissements des Brahmes par leurs groupes de paillotes rondes couvertes d'un toit en forme de cloche et entourées d'une haute palissade, mais aussi par une tache de champs nus, d'où l'arbre a fini par disparaître, chassé par les incendies qui chaque année précèdent la mise en culture.

L'exploitation du palmier *Elaeis guineensis* donne lieu à la constitution de terroirs d'un type spécial. L'*Elaeis* est un arbre du littoral, qui pousse dans les terres basses et en lisière des marigots. Dispersé au milieu d'autres essences, il forme souvent, à proximité des hameaux et en bordure de la brousse, des bois spécialisés (pl. XIII, *A*). Ces bois résultent toujours d'une sélection effectuée par l'homme qui, s'aidant des brûlis et des labours répétés, épargne les palmiers mais élimine les autres arbres et nettoie le sous-bois. Les ressources de l'*Elaeis* sont des plus variées : la pulpe de son fruit fournit l'huile de palme, on vend la noix pour en extraire une autre huile, la sève fermentée est une agréable boisson, les bourgeons tendres sont consommés comme légume, les feuilles sont employées dans la couverture des maisons et dans la confection des clôtures de jardins. Aussi l'arbre, même au milieu de la brousse, est-il toujours un objet de propriété, tandis que le sol reste à la disposition du premier occupant.

Le sous-bois est très souvent mis en culture. Pour préparer le terrain on coupe les arbustes et on arrache les feuilles des palmiers ; ensuite on y met le feu en prenant soin d'isoler les arbres. On sème du riz qui n'est ni repiqué ni arrosé. Les palmiers, dépouillés de leurs feuilles, ne gênent plus la croissance de la céréale (pl. XIII, *B*). Chaque récolte est suivie d'une jachère qui dure plusieurs années. Ce système, que l'on appelle *pan-pan* en langue mandjack, est une curieuse association de la culture et de la cueillette, dont bénéficient à la fois les propriétaires de la palmeraie et les occupants du sol. Les brûlis et les labours empêchent

le sous-bois de se reconstituer. D'autre part, à l'abri des arbres effeuillés le premier venu est toujours sûr de trouver un emplacement plus facile à cultiver qu'en pleine brousse.

Les terrains bas et inondés sont, en général, plantés de riz, céréale qui constitue la base de l'alimentation des populations du littoral. Ces terroirs présentent une physionomie très différente des lougans taillés dans la brousse. Un nom spécial distingue les marigots mis en culture (*bolanhas*) de ceux qui ne sont pas cultivés (*lalas*). L'agriculture des marigots s'oppose, par l'ensemble des procédés de préparation du terrain, par les labours, par le rendement infiniment plus élevé et par le régime de propriété, à l'agriculture de la brousse.

Ces étendues marécageuses, qui accompagnent tout le littoral et pénètrent dans le pays en bordure des cours d'eau, jouent en Guinée portugaise et dans les Rivières du Sud, un rôle essentiel dans l'économie indigène. La formation des *lalas* pourrait s'expliquer par une remontée récente du niveau marin, dont on retrouve de multiples témoins. Des cordons de latérite, émergeant partiellement aux basses eaux, relient entre elles plusieurs îles de l'Archipel de Bissagos. Des rias très larges ont été envahies par l'eau salée qui, en basse-mer, découvre d'immenses lisières de vase gris sombre. C'est le *poto-poto,* riche en matière organique, où les palétuviers enfoncent leurs multiples racines aériennes. Le colmatage a gagné les moindres cours d'eau qui décrivent d'interminables méandres dans les vastes plaines d'envasement. La brousse s'arrête où commence cette vase visqueuse, toujours imbibée d'eau et très souvent salée. Au début de l'hivernage, ces dépressions sont abondamment lessivées par les pluies. On peut alors les mettre en culture, à la condition d'empêcher qu'elles soient de nouveau envahies par les marées. A cet effet on a construit de véritables polders, protégés par des digues de pieux et terre battue, que l'on peut suivre pendant plus d'une dizaine de kilomètres (pl. XIV, *A*). A l'abri de ces digues les *lalas* sont transformées en *bolanhas* ou rizières.

Tous les terrains de culture des marigots appartiennent à des propriétaires privés. Des parcelles spéciales, souvent très étendues, constituent l'apanage des dynasties de chefs. Des murs, plus bas et plus étroits que les digues, entourent souvent les biens de chacun (pl. XIV, *B*).

Les parcelles des *bolanhas* sont l'objet de ventes, d'achats, de contrats de fermage, ou elles sont engagées comme garantie de prêts. Chaque patrimoine familial comprend, chez les peuplades du littoral, la maison et le jardin attenant, des palmiers dans la brousse, des parcelles de *bolanha* et des têtes de bétail. Il y a de petits propriétaires qui exploitent leur bien familial, il y a de grands seigneurs qui engagent des ouvriers agricoles, qu'ils se chargent de nourrir à leurs frais, ou qui louent des parcelles moyennant une redevance en argent ou en têtes de bétail. Toute une série de relations juridiques compliquées règlent l'exploitation de ces terrains. Chez les Peuls aux villages changeants, en dehors du troupeau de vaches que l'on mène devant soi quand on va s'établir ailleurs, il n'existe pour ainsi dire pas de propriété permanente, chaque coin de brousse restant à la disposition du premier occupant pendant la période de culture. Chez les groupes du littoral, la possession effective de la terre introduit des inégalités sociales, le goût de s'enrichir et les signes de prospérité : on peut l'évaluer par exemple, lorsqu'on visite l'intérieur obscur des maisons balantes et que l'on aperçoit, dans la pièce qui sert de grenier, les énormes pots en argile qui gardent d'une année à l'autre la récolte du riz.

Avant l'hivernage, on prépare soigneusement le terrain des rizières. A l'aide d'une pelle pourvue d'un grand manche, que l'on enfonce profondément dans le sol mou, on retourne la terre, creusant des sillons profonds et enfonçant les herbes et les étaules de la culture précédente (fig. 1 et pl. XV, *A*). Pendant l'hivernage, les sillons se remplissent d'eau qui entretient l'humidité du sol (pl. XV, *B*). Le riz semé aux abords des maisons avec les premières pluies, est repiqué et planté dans les faîtes des sillons. Chez les Ballantes un système ingénieux de soupapes automatiques formées d'un tronc creusé que l'on enfonce à travers les digues, permet le déversement du trop plein d'eau qui pourrait nuire à la culture.

Les rizières inondées forment de vastes espaces découverts, débarrassés de toute végétation spontanée, entièrement soumis à une culture ne connaissant d'autre jachère que celle qui est imposée par la période sèche. C'est un paysage nouveau, entièrement aménagé par l'homme, destiné à assurer la récolte de tous les ans, et qui contraste avec le caractère inachevé du lougan taillé dans la brousse. C'est aussi un système agricole comportant des opérations complexes et un sens de la prévoyance qui s'oppose au caractère épisodique de l'agriculture de brousse. La préparation du terrain, avec ses multiples sillons et ses larges faîtes, est un travail pénible et morose, que l'on doit commencer bien avant la saison des pluies. Rien de comparable donc à ces incendies qui se chargent de tailler le terroir au hasard de leur propagation, ou à ces coups de houe qui grattent le sol léger de la brousse au moment des premières averses. L'utilisation du fumier est un autre signe d'un stade agricole évolué. Pour l'obtenir, les Ballantes parquent le bétail dans les cours des maisons, l'empêchant de fouler les cultures, et gardant la fiente que l'on répand ensuite dans les rizières.

Ces quelques exemples permettent d'embrasser toute la complexité des types d'utilisation du sol en Afrique Occidentale : depuis le lougan qui entame timidement la brousse et disparaît après la récolte, en passant par les régimes d'assolement qui tendent à devenir fixes, jusqu'à la polyculture qui entoure les maisons, et aux terroirs fixes et profondément aménagés, consacrés à la monoculture du riz.

C'est l'opposition des milieux physiques qui détermine la coupure la plus profonde dans les systèmes agricoles. Les rizières inondées constituent à la fois le seul exemple de monoculture stricte et de terroir entièrement *construit* par l'homme, le seul aussi où toute trace de végétation spontanée a été éliminée. Dans les terroirs *taillés* dans la brousse, on trouve toujours, même aux abords des maisons, des arbres que l'on ne plante jamais. L'exemple le plus typique est fourni par la palmeraie d'*Elaeis,* un bois à la fois spontané et spécialisé. Un autre caractère commun à tous les lougans est leur utilisation variée, comportant le mélange ou la superposition de plusieurs cultures. Autour du village, c'est le verger et le potager qui l'emportent sur le champ ; en pleine brousse, c'est le contraire, mais toujours et partout le paysan noir cherche à obtenir à la fois des céréales, des fruits, des légumes et des tubercules.

Les enclos des villages, cultivés tous les ans, contrastent avec les cultures itinérantes ou les assolements à longue jachère qui se pratiquent dans la brousse. Mais aucun lien profond n'attache l'homme à ce sol, sur lequel il vit toujours en hôte temporaire. On connaît en pays peul

une multitude d'établissements, comportant quelques dizaines de paillotes qui portent le nom de *Sintcham*, c'est-à-dire : village fondé de nouveau, auxquels correspondent des *toumbou* ou villages abandonnés, dont on trouve les cases ruinées au milieu de clairières que la savane ou la forêt sont en train de refermer.

L'agriculture de marigot crée, chez les groupes du littoral, un attachement au sol autrement profond. La mise en culture des *bolanhas*, avec son système de digues, est un travail de générations que l'on ne peut pas abandonner au gré de sa fantaisie. Chaque famille, d'ailleurs, y possède son *bien*, transmis par les ancêtres et légué aux descendants. En marge des plaines de vase qui assurent la prospérité, s'éparpillent les maisons solidement bâties, abritant sous le même toit, les gens, les dieux du foyer, les bestiaux et les récoltes. L'habitat où dominent les formes lâches de la dissémination exprime aussi une maîtrise plus complète du sol défriché à fond, les voisins n'étant plus obligés de se serrer pour lutter contre le retour hostile de la forêt ou de la savane.

Cette campagne africaine est donc foncièrement différente des paysages agraires européens. Néanmoins, nous avons pu établir, par delà les différences de forme, des analogies de structure et de fonction entre le pays noir et le domaine méditerranéen [1]. Les cultures itinérantes sur brûlis rappellent l'essartage que l'on pratiquait dans les forêts de l'Europe moyenne jusqu'au début du XIXe siècle. Le lougan instable, taillé par le feu et abandonné après une ou plusieurs années de culture, correspond à l'écobuage en usage dans les maquis méditerranéens. On peut voir dans les arbres reliques qui entourent les champs, aussi bien dans les lougans africains que dans le *montado* de chênes à feuilles persistantes du Sud de la Péninsule Ibérique, ou de la châtaigneraie des montagnes, la trace de défrichements incomplets, et le souvenir d'un stade agricole combinant la culture et la cueillette. De même les bois de palmiers, qui jouent dans l'économie noire un rôle semblable à celui de nos vignobles et oliveraies, correspondent aux « plantations » des

[1] Voir O. Ribeiro, *Paysages ruraux en Méditerranée et en Afrique Noire Occidentale*, C. R. du Congrès International de Géographie de Lisbonne, t. III, 1951, p. 483-484.

campagnes méditerranéennes, dont ce mot abusif cache souvent l'origine spontanée (l'olivier a été souvent obtenu par greffage sur une variété sauvage, et le caroubier n'est jamais planté). Bref, toutes les formes de champs arborisés, si rares en Europe moyenne, se retrouvent de part et d'autre du Sahara. De même, les enclos des villages nègres soumis à une culture constante, sinon intensive, ne sont pas sans analogie avec la ceinture de jardins potagers qui entoure les agglomérations des pays méditerranéens.

Mais gardons-nous de pousser trop loin une comparaison qui risquerait de fausser les apparences. L'instabilité des lougans, l'aménagement incomplet des terroirs de brousse, l'intercalation d'une véritable « jachère forestière » entre les périodes de culture, l'usage du feu comme facteur de défrichement et d'enrichissement du sol, l'absence d'animaux de labour permettant la mise en culture de vastes espaces continus, sont des traits spécifiquement africains, que l'on ne retrouve plus, ou que l'on retrouve à peine, dans le monde méditerranéen. La concentration du travail agricole pendant la saison des pluies, l'entassement des cultures sur le même terrain, la longue période sèche pendant laquelle la terre ne réclame aucun soin, ne développent pas chez le cultivateur nègre cette aptitude à l'effort minutieux et constant qui caractérise « les travaux et les jours » du paysan méditerranéen.

Certes, la nature n'aide point. Aux paysages profondément humanisés du monde méditerranéen, l'Afrique Noire oppose l'étendue hostile de ses savanes et de ses forêts. C'est pourquoi les impressions que nous avons évoquées au début de cet article restent, en général, exactes. Les marques de la mainmise de l'homme sur le sol sont toujours faibles, discrètes et fuyantes. Il faut un œil exercé pour en discerner, à première vue, toute la complexe variété.



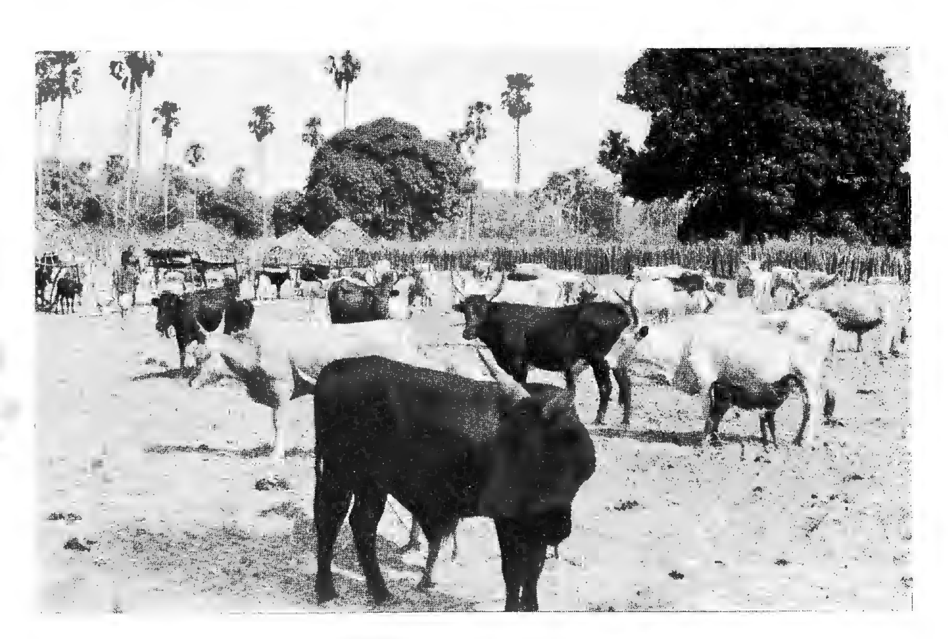
A. Abatage des arbres pour la préparation d'un lougan taillé.



B. Polyculture et arbres de fruits aux abords des maisons (Papels).



A. Enclos dans un village manding.



B. Parc à bovins dans un village peul.



A. Le puits du village ombragé par des bananiers (Mandings).



B. Paillotes et greniers dans un village peul.



A. Palmeraie d'*Elæis guineensis.*



B. Palmiers effeuillés sous lesquels on fait des cultures de riz de montagne.



A. Digue de protection d'une rizière inondée.



B. Digue de protection et mur de division dans une rizière inondée.



A. Préparation du terrain dans une rizière.



B. Rizière inondée.

WATER SUPPLY AND THE SUDAN ECONOMY

BY

M. M. ALSAYYAD M. A; PH. D.

Department of Geography; Fouad University, Cairo.

Water is the predominant factor which determines the number of population and their occupations in all parts of the Sudan. It is important to draw distinctions between water required for agriculture and water used for other purposes such as domestic supplies for man and his animals, fisheries and transport; as for many years forest produces and pastoral products had been the backbone of the Sudan wealth, but recently cultivated crops have become the main feature of the national economy. It is, therefore, supposed to give here an account, as detailed as the available space permits, of water supply in the agricultural economy of the country.

Sudan agriculture is practised with the aid of both rain and irrigation. The amount of rainfall is the climatic element of major significance in the Sudan. The wide variations in rainfall conditions are reflected in the flora and fauna of the country and so immediately on the history of mankind in it. A map which shows the average distribution of rain has a clear-out proof of these facts when compared with other maps.

In general, the rainfall increases progressively southwards, and it may be regarded as occurring in a belt following the annual movement of the boundry between the northerly and southerly winds. Although the latitude of Abu Hamad may be regarded as the extreme northern limit of the annual rains, it is not till the latitude of Khartoum that they are sufficient to produce good grazing and allow short-period crops to be raised. Southward from Khartoum the summer rains increase fairly rapidly in amount and in duration. While Khartoum has an average of 165 mm. of rain a year, Wad Medani has 404 mm. The rainy

season of Khartoum is from June to August, of Wad Medani, from May to October, while that of Juba extends over ten months from February to November. Everywhere, except in the Red Sea country, the northern winter is a period of drought, but the farther south we go the shorter is the drought period.

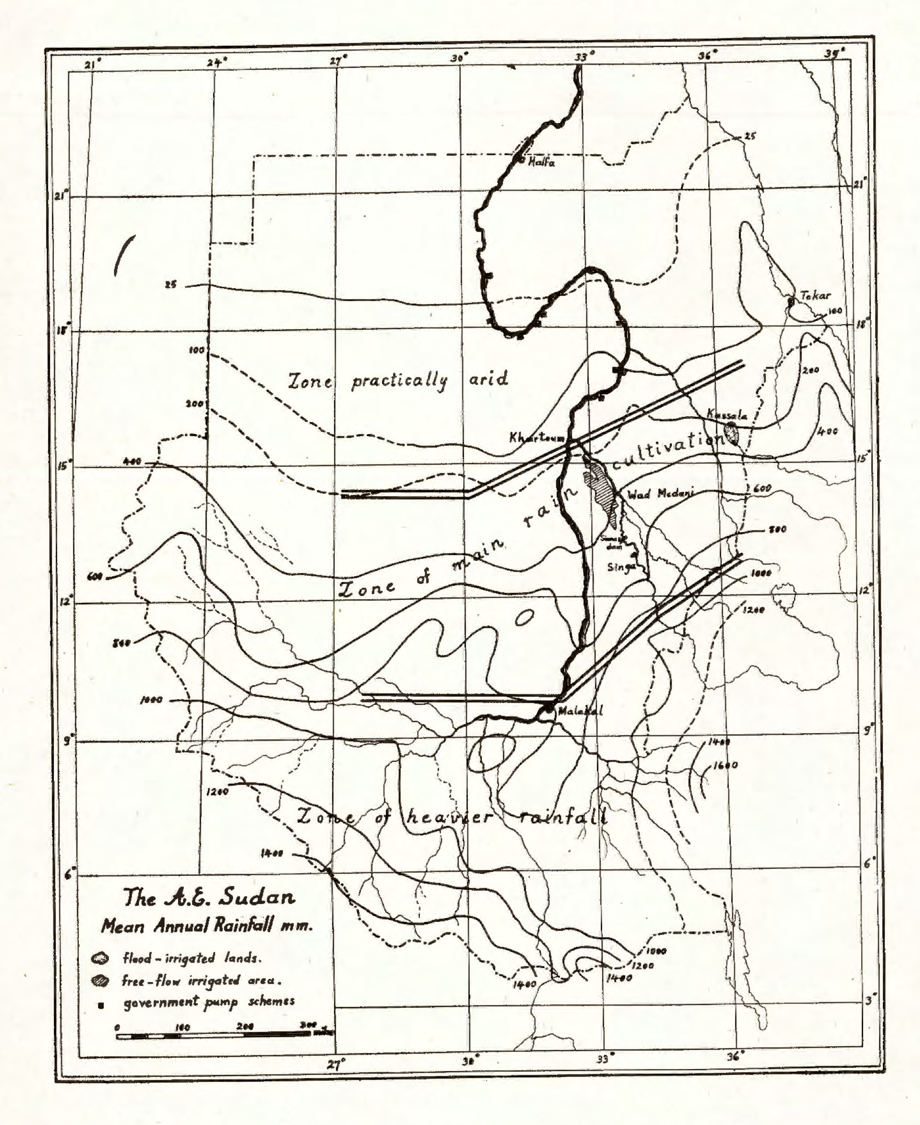
The rainfall of the Central Sudan which is the zone of main rain cultivation is characterised by its variation from year to year. The farther north one goes in this belt the less reliable is the rainfall. This fact may be illustrated by the annual totals for Khartoum which is on the northern border of the belt and Singa which is in its heart.

To sum up, the latitude of Khartoum is considered as the northern border of rain cultivation. The rains of the vast area south of Khartoum average 165 to 1,100 m. m. annually. The little and unreliable rain of the Khartoum region makes the results of rain-grown crops uncertain. South of the 14th degree of latitude, the rain is generally sufficient, but the cultivation is more influenced by its distribution in time than by its amount. Moderate rains, well distributed throughout the season, cause the flourishing of crops and prosperity of the people. Heavy rains cause vegetation to wilt while excessive and prolonged rainfall makes it die.

The various methods of irrigation in the Sudan include flood watering in certain areas near the Nile in Northern Province, and in the two deltas of Gash and Baraka Khors of Kassala Province; free-flow irrigation from the Sennar Dam in the Gezira; and pump irrigation chiefly in the North. Besides these methods the «Saquia» and «Shaduf» are still employed. Although they are almost negligible from the wider point of view, they are of great importance in the internal economy of the Northern Sudan.

A. FLOOD WATERING.

The flood and basin waterings are the fundamental bases of the Northern Sudan agriculture where rain is scarce. There are three regions where these methods are used : the Nile berms and the separated basins along the river in Northern Province; the Gash and Baraka Deltas of Kassala Province.



a) In Northern Province, a very simple method of irrigation is provided by the natural annual fall of the Nile after its flood which reaches its peak in the first half of September. As the flood falls, the banks and islands of the river are cultivated almost with food crops. Thus, no water is abstracted from the river for this sort of agriculture. It depends upon the natural absorption following the rising of the river.

But there is another method in which water from the river other than the normal absorption is abstracted. This is the basin irrigation system, in which a canal is cut upstream to admit the flood as it rises into the basin. A drain, provided with a regulator is dug at the down stream-end of the basin to conduct the water to the river again after about five weeks. It is doubtful if the ancient Sudanese ever practised the cultivation under this system of irrigation although it was known in Ancient Egypt. But it is not improbable that they took advantage of the natural overflow to allow some degree of agricultural activity.

The basin system is used in Northern Sudan from Khartoum to the Egyptian frontier, where the Nile flows in a narrow cleft and therefore with small areas of silt deposit. These areas present a chain of separated basins which were once the former beds of the river before it cut itself a new channel. The total area of these basins is some 80,000 feddan, but only a small part is annually flooded. These basins as we read in the «Nile Commission Report» are not capable of much improvement, and are of no great agricultural value.

b) In Kassala Province the two seasonal rivers, Gash and Baraka, rising in the Ethiopian and Eritrean Mountains, lose themselves in Eastern Sudan. Each of them forms a wide fan-shaped delta. The Gash delta is just north of Kassala; the Baraka's is near Tokar, a short distance from the Red Sea. Their flood water reaches the deltas between 20th June and 10th July, and lasts, on the average, for three months. The water carries a heavy charge of silt which is deposited over the fan-shaped surface. The area under cultivation depends upon the size of the flood. The two rivers were formerly without definite channels but recently, however, the Gash river has been trained and the flood-water used to the full. It is now controlled in much the same basin system as in Upper Egypt. The land is divided into suitable parcels by low banks and fed by «misquas». These basins are divided into two blocks, one of which is irrigated 15-30 days before the other in order to spread the field labour over a longer period. The annual irrigated land for cotton in the Gash Delta, as a rule, some 35,000 feddans. Unlike Upper Egypt, basin irrigation system here is sometimes complicated by rain which falls on an average of about 300 m.

during a season coinciding with the floods period of July-September. Since the flow of the river is more or less steady, it has been suggested that a dam be built in the hills and that canals be used to supply water as needed. No practical steps have been taken to carry out such a project in the Sudan. On the other hand, a dam was built in the Eritrean Territory across the river at Tessenei. The works were completed and the irrigation was actually started there in 1926.

The Baraka river, on the other hand varies in many respects from the Gash. Its usual flood is one fourth or fifth of that of the Gash. Its flooded area is always shifting owing to the building up of the land by the deposit of silt. It was at one time on the wast side of the delta, but it is now in its east side. The distribution of water and silt varies from place to place, and since there is no way to identify the poorly watered land from the well irrigated areas, the problem is complicated. The farmer usually sows the seeds and waits in hope that the flood has been sufficient. Sometimes this poorly watered land amounts to as much as one-fifth of the total flood area, and thus the money spent in planting and working it represents a heavy loss. It is not feasible to provide the area with a dam or even to practise the basin system used in the Gash region. The construction of a dam is very expensive and experts are not sure of its results. The wind renders canalisation of the region impracticable. During the dry season which lasts about half of the year, it carries the fine silt deposited on the plain and moved it very considerably. This silt covers the whole landscape in a way almost beyond belief. This factor makes an irrigation system based on dykes and canals of little use. It seems that the present system of letting the flood take its course is sounder and more practicable than any other plan. Accordingly, the area of watered and cultivated land is less certain than that of the Gash. It oscillates greatly from year to year.

B. FREE-FLOW IRRIGATION.

The only major irrigation work in the Sudan for its own benefit to date is the Sennar Dam, of which the prime object is to provide water for irrigating some 900,000 feddans in the Northern Gezira. The two

mile long dam has two functions; as a regulator and as a reservoir. As a regulator, it raises the water level to command the Gezira Canal during the time of high Nile. As a reservoir, it stores water in the period of falling flood for use in the season of low water. The total storage is 800 million cubic metres. Some of it is below the level of the land, some is wasted through evaporation, but the supply of 400 m. c. m. is always available.

The annual cycle of storage is laid down by agreement with Egypt. The first object of that agreement was to avoid conflict between the Sudan's requirements and those of Egypt. It limited the volumes of water to be used in the Gezira instead of limiting the area irrigated by means of these volumes, and thus did not handicap the extension of cultivated land, in the Sudan. It may be noticed that any water not used from the Sudan's share is passed to Egypt as the Sennar reservoir is emptied each summer. The Gezira canal abstracts water by gravity for irrigation purposes from July until April. In the rest of the year, the level of the reservoir is below that of the canal, and therefore water for domestic purposes only is abstracted by pumps and fed into the intricate system of the Gezira between Sennar and Wad-Medani.

C. PUMP IRRIGATION.

Prior to 1904 pumps had been licensed in the Sudan to the extent of about 2,000 f. of perennial irrigation. In 1914 this area arrived at 22,000 f. as a result of the first heightening of the Aswan Dam. Apart from this, the Sudan was given authority to pump without limitation of area from mid-July to the end of December. In 1925, this authority was utilised to the extent of about 16,000 f. The Nile Commission (1925) recommended that seasonal pumping in any new area should cease at the end of December. The water consumed in these areas after that date should be compensated for by the release of storage from the Sennar Reservoir.

The land now irrigated by pumps is about 40,000 f. of which rather more than half is licensed for perennial irrigation. In this area there are more than 200 Plantations varying in size from 5000 to a few

feddans. These pumps may be divided into two classes, *a*) Government owned and controlled, *b*) and privately owned. The Government has 12 pumping schemes of which ten are in Northern Province. These schemes were established as an insurance against famines when the food crop was so uncertain before the opening up of the Gezira. They prepared for the cultivation of dura, the stuff of life of the native population. When the danger of famines was reduced to a minimum by the construction of the Sennar Dam most of these forms were converted into cotton plantations.

Many of the native schemes are likely to show satisfactory results. The difficulty in running such schemes is the lack of capital, but Arab-Sudanese find the solution in their co-operative spirit. The majority of native pumps are owned by partners, and the water paid for by cultivators in cash or in kind when the crop is harvested. These schemes are still in their infancy, and it will take a long time for mechanical means of raising water to replace the inefficient « Saquia » and « Shaduf ». The only practical policy for improvement is the provision of capital repayable over a fixed number of years by the Government.

D. SAQUIA AND SHADUF.

Shaduf and Saquia, the two ancient unpractical and cumbersome means of irrigation, are still in use in the Sudan. They are still the principal methods of watering in the scarce land sufficiently closed to the Nile to be irrigated by such methods. The strict limitation of the area under cultivation made it common to crop the land twice or even three times a year. This tends to reduce soil fertility, particularly as ploughing is rare, and fertilisers are not used. It increases the liability to waterlogging. Fortunately, the flood-red silt maintains soil fertility, while the strong sun and high evaporation-rate counteract the tendency to waterlogging. In recent years there has been a general, although slight, decrease in the number of working Saquias and considerable decrease in Shadufs. The former may be attributed to the expansion of pump irrigation, and the latter to opportunity for wag-earning afforded by the cotton schemes, especially, in the Gezira.

To sum up, the Sudan is very promising as an agricultural country. Generally speaking, there is scarcely any crop of the tropical, sub-tropical, or temperate zone which cannot be grown in some part of this vast country with such a wide range of physical and climatological variations. It may be in the future, if provided with adequate water supplies, one of the great producers of raw products such as long staple Egyptian cotton and vegetable oils. It may contribute a great deal to the world's supply and have a good position in the world trade.



LES PUBLICATIONS

DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE GÉOGRAPHIE D'ÉGYPTE

SONT EN VENTE :

AU CAIRE : au SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, et dans les principales librairies.

A PARIS : aux PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE, 108, Boulevard Saint-Germain, Paris VIe.

A LONDRES : à la LIBRAIRIE BERNARD QUARITCH Ltd., 11, Grafton Street, New Bond Street, London W. 1.

A LA HAYE : à la LIBRAIRIE MARTINUS NIJHOFF, Lange Voorhout, 9.

Le Caire : Imprimerie de l'Institut français d'Archéologie orientale.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE GÉOGRAPHIE D'ÉGYPTE. — Tome XXV